UNDERSÖKNINGAR

ÖFVER

DE KÖLD-, VÄRME- OCH SMÄRTPERCIPIERANDE NERVÄNDARNES RELATIVA DJUPLÄGE I HUDEN SAMT ÖFVER KÖLDNERVÄNDARNES FÖRHÅLLANDE TILL VÄRMERETMEDEL.

AFHANDLING

SOM MED TILLSTÅND AF

MEDICINSKA FAKULTETEN I UPPSALA

FÖR VINNANDE AF MEDICINSK DOKTORSGRAD

TILL OFFENTLIG GRANSKNING FRAMSTÄLLES

Å FYSIOLOGISKA LÄROSALEN

LÖRDAGEN DEN 26 MAJ 1900 KL. 10 F. M.

AF

TORSTEN THUNBERG.

UNDERSÖKNINGAR

ÖFVER

DE KÖLD-, VÄRME- OCH SMÄRTPERCIPIERANDE NERVÄNDARNES RELATIVA DJUPLÄGE I HUDEN SAMT ÖFVER KÖLDNERVÄNDARNES FÖRHÅLLANDE TILL VÄRMERETMEDEL.

AFHANDLING,

SOM MED TILLSTÅND AF

MEDICINSKA FAKULTETEN I UPPSALA

FÖR VINNANDE AF MEDICINSK DOKTORSGRAD

TILL OFFENTLIG GRANSKNING FRAMSTÄLLES

Å FYSIOLOGISKA LÄROSALEN

LÖRDAGEN DEN 26 MAJ 1900 KL. 10 F. M.

ACAD. LUND BAT BIBL.

AF

TORSTEN THUNBERG.

UPPSALA 1900
AKADEMISKA BOKTRYCKERIET
EDV. BERLING.

ÅT MINNET

AF

MIN MODER.

Innehållsförteckning.

I.

Om de köld-, värme- och smärtpercipierande nervändarnes relativa afstånd från hudens fria yta.

A. Inledning . . . . . Sid. 1.
B. Metodik. . . . . » 4.
C. Uppkomsten af en förnimmelse af öfvervägande köld vid visst slags värmeretning, af öfvervägande värme vid annan dylik . . . . . » 10.
D. Uppkomsten af en förnimmelse af öfvervägande smärta vid visst slags värmeretning, af mer framträdande värme och köld vid annan dylik . . . . . » 17.
E. Orsakerna till uppträdandet af en öfvervägande köldförnimmelse vid viss sorts värmeretning. . . . . » 20.
F. Orsakerna till uppträdandet af en öfvervägande smärtförnimmelse vid viss sorts värmeretning. . . . . » 25.
G. Slutsats om nervändarnes djupläge . . . . . » 33.
H. Den förklarande betydelsen i antagandet af ett olika djupläge för de termiskt känsliga nervändarne . . . . . » 35.

II.

Är värme ett adekvat retmedel för köldändorganen?

A. Värme — ett retmedel för köldändorganen . . . . . » 41.
B. Är värme ett adekvat retmedel för köldändorganen? . . » 48.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548928_0120

I.

Om de köld-, värme- och smärtpercipierande nervändarnes relativa afstånd från hudens fria yta.

A. Inledning.

Den fråga, som i det följande skall behandlas, är den: sluta de nerver, som förmedla våra köld-, värme- och smärtförnimmelser på samma afstånd från den fria hudytan eller ej?

Det kan måhända förefalla underligt, att en sådan fråga som denna är föremål för en afhandling, som ej är utförd med histologiska undersökningsmetoder.

Såsom af det följande kommer att framgå, kan man emellertid utan användande af mikroskopet på ett mer indirekt sätt söka ett svar på densamma.

Detta spörsmål har naturligtvis ej kunnat uppställas, förrän, i första rummet genom Blix' (1.)[1] upptäckt af hudens kall-, varm- och tryckpunkter, antagandet af skillda nervändar[2] för de olika förnimmelser, som kunna utlösas från huden, blifvit en nödvändighet. Blix, hvars undersökningar afsågo utrönandet af hudförnimmelsernas förhållande till teorien om de specifika sinnesenergierna, hade, i och med att han lyckats uppvisa giltigheten af denna teori, ej anledning att ens uppkasta frågan om de olika

[1] Siffrorna inom paranteserna efter författarenamnen gälla numren i litteraturhänvisningen i slutet.

[2] »Nervändarne» användes i det följande som ett sammanfattande uttryck för ändorganen och de fria eller i närmaste samband med ändorganen stående nervändarne.

nervändarnes djup i huden. (För öfrigt antog ej BLIX några specifika smärtnerver i huden). Men äfven GOLDSCHEIDER, som dock sysslat med fenomen från hudsinnenas område, inför hvilka det legat nära till hands att fråga sig, huruvida ej köld- och värmenerverna sluta på olika djup i huden, har ej ens diskuterat denna fråga utan förutsätter stillatigande, att de sluta på samma djup. Det är på grund af detta tysta antagande, som han (2. s. 328—340) kommer till den slutsatsen, att skillnaden mellan köld- och värmeförnimmelsernas apperceptionstider betingas af en mindre retbarhet hos de värmepercipierande ändorganen. Och det är genom förbiseende af möjligheten af ett olika djup hos de värme- och smärtpercipierande nervändarne (hvilka senare GOLDSCHEIDER anser identiska med de tryckpercipierande), som han (2. s. 346—354) i en jämförelse af apperceptionstiderna för värme- resp. smärtförnimmelsen vid stark värmeretning ansett sig finna en väg att bestämma det minsta uppfattbara värmetillskottet till värmeändorganen, sedan han nämligen på annat sätt sökt bestämma värmesmärtans retningströskel[1]. Och i den matematiska utredning af temperaturförändringarne i huden vid inverkan af temperaturretmedel, hvilken GOLDSCHEIDER (2. s. 355) låtit verkställa, betraktas nervändarnas lager som ett enda, oändligt tunnt plan.

I motsats häremot har TANZI, (3) på grund af köldförnimmelsens kortare reaktionstid påpekat möjligheten af ett ytligare läge för köldändorganen och v. FREY, (5. s. 183), som ju äfven lemnat de bästa bevisen för antagandet af specifika smärtnerver, har ansett sig böra göra samma antagande på grund af svårigheten att noggrant bestämma varmpunkternas läge och begränsning äfvensom på grund af värmeförnimmelsens långa reaktionstid. Äfvensåhar han (6. s. 249.) bevisat, att de smärtpercipierande nervändarne måste ligga ytligare än de tryckpercipierande. På liknande premisser som v. FREY har äfven jag i en föregående afhandling (7. s. 545.) påpekat sannolikheten af, att värmenerverna ej nå så nära fria hudytan som köldnerverna. Äfven ALRUTZ (8. s. 335.) har uttalat sig för denna åsigt på grund af det rönet, att vid kemisk retning af kall- och varmpunkterna köldförnimmelsen kommer förr än värmeförnimmelsen.

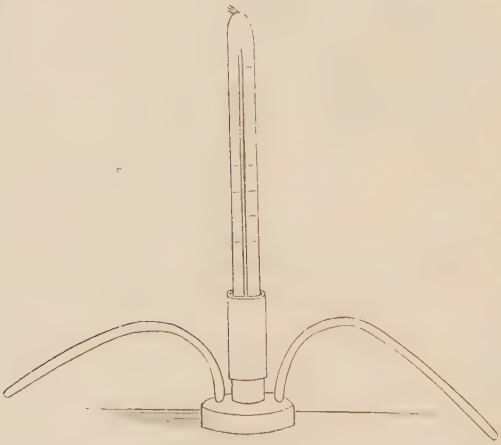
[1] En annan af GOLDSCHEIDER ej känd omständighet, som inverkar på relationen mellan de vid värmeretning uppkommande värme- och smärtförnimmelsernas apperceptionstider är smärtnervändarnes långa latenstid vid svag värmeretning (v. FREY, 6. s. 264, förf. 4. s. 526).

Men dessa af Tanzi, v. Frey, mig själf och Alrutz anförda skäl äro ej afgörande; värmeförnimmelsens längre reaktionstid behöfver ju ej bero på ett djupare läge af värmeändorganen; den kan ju mycket väl förorsakas af en mindre retbarhet hos dessa såsom Goldscheider antagit, och icke ens med dessa båda antaganden äro alla möjligheter uttömda; den långa reaktionstiden kan ju tänkas t. ex. ega sin grund i ett längre latent retningsstadium för värmeändorganen. Och svårigheten att uppleta de olika varmpunkterna, hvilken betingas af värmeförnimmelsens vid punktformig retning ofta svaga och diffusa karakter, kan vara ett uttryck för förnimmelsens egen karakter, ej med nödvändighet för följderna af ett ändorganen skyddande tjockt hudlager.

I det följande skall lemnas en redogörelse för några till största delen hittills ej kända fenomen från hudsinnenas område, hvilka synas mig vara af vigt för frågan om de ifrågavarande nervändarnes djupläge i huden. Dessa nya resultat har jag vunnit vid termisk retning å uppvärmd och afkyld hud och lemnas härmed en redogörelse för den af mig dervid använda metodiken.

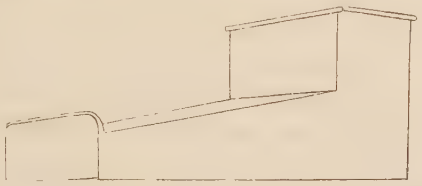
B. Metodik.

Metodiken har afsett dels att åstadkomma en uppvärmning resp. afkylning af huden, dels också att tillföra den så till sitt värmebestånd ändrade huden termisk retning. För nående af det förra ändamålet har jag användt en särskild anordning, som jag i det följande för korthets skull benämner »temperator», och hvarom vidstående teckning ger en föreställning. Den består af ett lågt metallkärl, å hvars öfre yta 3 rör inmynna. De 2 smalare, åt sidorna belägna tjäna för till- och aflopp af vatten, det vidare midtröret utgör hylsa för en termometer. I de flesta fallen använde jag en temperator med en cirkelrund bottenyta af ungefär $5\,^1/_2$ cm:s diameter. Under det en ström vatten af konstant temperatur ledes genom temperatorn, bringas dess af ett tunnt messingbleck bestående bottenyta i beröring med huden, som alltså på grund af den goda värmeledningen genom temperatorns botten kan anses utsatt för konstant inverkan af den temperatur, som afläses å termometern. För att bekvämt åstadkomma en vattenström af konstant temperatur har jag användt en FLETCHER'S vattenuppvärmningsapparat. Den derigenom uppnådda likformigheten i temperaturen är i de flesta fall dock ej tillräcklig. Jag har derför ytterligare förfinat anordningen genom att i gastilloppet till FLETCHER'S apparat införa en ELSTERS gastrycksregulator. (Om FLETCHER'S och ELSTERS apparater se t. ex. MUENCKE'S katalog).



För tillförande af termisk retning har jag användt den af mig angifna metoden med olika tjocka metallameller (7. s. 524). Jag

har företagit en liten förändring i metoden, sådan den ursprungligen beskrifvits, bestående deri att lamellerna fått en större, nämligen 4 kv.-cm:s yta. Förnimmelserna blifva derigenom tydligare. Lamellen ligger vidare an mot kork, ej mot flädermärg, på grund af svårigheten att erhålla dylik i tillräckligt stora stycken. De särskilda exemplaren af dessa metallameller komma att i det följande benämnas »retlamellen n:r . . ., hvarvid numret anger silfverlamellens vigt pr kv.-cm:s utsträckning. Dessutom har jag föräudrat det vattenbad, hvarpå retlamellerna ställas, så att det fått den form vidstående teckning visar. Lamellerna stå här alltså på ett något sluttande plan, istället för på ett horizontalt som å det förut använda vattenbadet. Denna, som det kan tyckas, knappt nämnvärda detalj är dock af en viss betydelse. Härigenom undvikes nämligen den särskildt vid vattenbadets hållande vid 100° vid den förra anordningen uppträdande olägenheten, att gasblåsor ansamla sig mot den horizontela öfre ytan utgörande plåten och pressa vattnet genom de uppskjutande rören, hvarigenom dels de på vattenbadet ställda apparaterna lätt skadas af det utrinnande vattnet, dels den afsedda beröringen mellan vattnet och den plåt, å hvilken retlamellerna ställas, ej ernås. Vid den nya vattenbadsformen föras gasblåsorna, i den mån de bildas, på grund af täckplåtens sluttning upp mot den fria öppningen.



Till den i en föregående afhandling (7. s. 526—528) lemnade redogörelsen för teorien för min metod för termisk retning torde följande böra tilläggas för motiverandet af några uträkningar, som längre fram meddelas.

Metoden afser att tillföra resp. beröfva huden olika stora värmemängder och detta mål nås med stor lätthet. Om t. ex. samtliga retlameller hållas vid 100° och de sedan en efter annan nedsättas mot huden, tillföra de den, ju tjockare de äro, allt större antal mg.-kalorier. Deremot stöter ett exakt beräknande af dessa huden tillförda värmemängder på svårigheter.

Om man tillsvidare förutsätter det ideala fallet, att vid den värmeutjämning, som sker, då retlamellen appliceras å huden, endast retlamellen, ej den korkskifva, som bekläder densamma, deltar, kan man visserligen lätt uträkna, hur mycket värme retlamellen tillfört eller beröfvat huden, då slutstadiet för värmeutjämningen

uppnåtts. Under förutsättning, att retlamellen är absolut värmeisolerad åt andra håll än huden, måste den liksom den underliggande huden i hela sin tjocklek slutligen antaga blodtemperatur. För uträknande af de värmemängder, som aflemnats pr kv.-cm. af en retlamell af högre temperatur än blodets (för enkelhets skull förutsättes tillsvidare, att retlamellen är så tempererad), behöfver man endast multiplicera differensen mellan retlamellens utgångstemperatur och blodets med retlamellens nummer och silfvrets specifika värme (0,06).

Men detta slutstadium för värmeutjämningen kan hafva nåtts på olika sätt. Värmeutjämningen kan hafva skett så, att retlamellens temperatur under ständigt sjunkande med allt mer aftagande hastighet närmat sig blodtemperaturen, men den kan också under ett första stadium sjunka derunder för att sedan stiga upp mot densamma. Är nämligen det värmetillskott, som pr kv.-cm. hud behöfves för att höja de vid lägre än blodtemperatur befintliga hudlagren upp till denna värmegrad, större än summan af det värmekvantum, som retlamellen afger pr kv.-cm., då den sjunker till blodtemperatur, och den värmemängd, som under denna tid kommer samma ytenhet af de kallare hudlagren till del från blodet, så måste värmeutjämningen till början leda till, att retlamellen sjunker under blodtemperatur för att först sedan stiga dit genom det fortsatta värmetillskottet från blodet. Den af retlamellen afgifna värmemängden vid dess sjunkande till blodtemperatur är alltså ej under alla förhållanden uttryck för det maximala värmekvantum, som under någon fas af beröringstiden afgifvits till huden. Ett exakt beräknande af detta maximalvärde stöter på svårigheter. Man måste nämligen derför kvantitativt känna temperaturfördelningen i hudens olika lager, deras specifika värme och värmeledningsförmåga, allt okända och svårbestämda data. Ett öfre gränsvärde för denna maximala värmemängd kan man dock vinna genom ett beräknande af den värmemängd, som retlamellen förlorar vid sitt sjunkande till den temperatur hudytan egde, då retlamellen der placerades. (Om, mot den här gjorda förutsättningen hudytans temperatur sammanfaller med eller öfverstiger blodtemperaturen, utgör retlamellens värmeförlust vid dess sjunkande till denna samtidigt uttryck för dess maximala värmeförlust under någon fas af beröringstiden). För denna beräkning måste man alltså känna temperaturen hos hudens ytligaste lager. Denna kan direkt mätas, men vid här ifrågavarande undersökningar kan man lämpligen själf reglera den genom att utsätta huden förmedels temperatorn under

några minuter för inverkan af en konstant temperatur. Sammanfaller temperatorns värmegrad med den förut å fria hudytan existerande, åstadkommes genom denna beröring ingen ändring i hudens värmebestånd. Sammanfalla icke dessa temperaturer, måste de olika hudlagrens temperatur så småningom inställa sig till ett nytt stationärt jämvigtsläge, betingadt af storleken af värmetillskottet från blodet och värmeförlusten utåt. På grund af epidermis relativt mycket dåliga värmeledningsförmåga i jämförelse med temperatorns kan det ytligaste hudlagrets temperatur anses identiskt med dennas.

Genom att alltså uträkna den värmeförlust retlamellen lider, då dess temperatur sjunker till fria hudytans, erhåller man ett gränsvärde, som den huden från densamma tillförda värmemängden ej kan öfverskrida, men till hvilket den ej heller når.

I det föregående har den förändring i hudens värmebestånd, som åstadkommes genom retlamellerna, betraktats utan hänsyn till den retning, som derigenom åstadkommes i de i huden liggande nervändarne. För en jämförelse af nervändarnes retning i olika fall är ett beräknande af de huden tillförda värmängderna enligt nyss afgifna principer ej tillfyllestgörande. Man får derigenom ej svar på den frågan: huru mycket värme måste tillföras huden för att framkalla en viss förnimmelse, t. ex. en minimal värme- eller smärtförnimmelse eller en dylik förnimmelse af annan intensitet? Har man t. ex. funnit, att en viss retlamell, hållen vid 100° åstadkommit en minimal smärtförnimmelse, är det klart, att ej all den värme, som genom lamellen tillförts huden vid värmeutjämningens slut, bidragit till framkallandet af smärtförnimmelsen; ty under värmeutjämningens förlopp måste retlamellen ett visst ögonblick passera en gränstemperatur, under hvilken den ej mer verkar som smärtretmedel, men dock fortfarande afger värme till huden. Endast en del af den afgifna värmemängden är alltså verksam för framkallandet af den minimala smärtförnimmelsen; den andra delen är för detta ändamål overksam. Och äfven för alla andra förnimmelser gäller det, att endast en del af den genom retlamellen tillförda värmemängden är fysiologiskt verksam. För ett uträknande af dessa för framkallande af en viss förnimmelse fysiologiskt verksamma värmemängder måste man alltså först bestämma de temperaturer, vid hvilka retlamellen passerar verksamhetsgränsen. Att fullt precisera dessa möter emellertid svårigheter och detta gäller alltså äfven om ett exakt angifvande af de fysiologiskt verksamma värmemängderna

Vissa för beräkningarne i denna afhandling användbara gränsvärden kunna dock bestämmas.

Såsom maximigränsvärde för de fysiologiskt verksamma värmemängderna, till hvilket dessa visserligen aldrig nå, är för här föreliggande ändamål det enligt ofvan angifna principer bestämda maximivärdet för de under någon fas af beröringstiden afgifna värmemängderna användbart. Ett minimivärde å de för framkallande af en viss förnimmelse fysiologiskt verksamma värmemängderna erhålles genom att vid beräkningarne utgå från det öfre gränsvärde för verksamhetsgränsens läge å temperaturskalan, som erhålles genom bestämmande af den konstanta temperatur, som framkallar samma förnimmelse. Om t. ex. en 100-gradig retlamell ger upphof till en viss minimal smärtförnimmelse, och samma sensation framkallas af ett 47-gradigt föremål af konstant temperatur, kan verksamhetsgränsen för retlamellen i nämnda fall ej ligga ofvan 47°. Ty hade retlamellen åstadkommit denna förnimmelse, innan dess temperatur sjunkit under 47°, borde det fortsatta värmetillskottet från densamma tills den passerat denna temperaturgräns ytterligare ökat intensiteten hos smärtsensationen, emedan värmetillskottet till huden från retlamellen, ända tills den sjunkit till 47°, måste vara större än från ett blott 47-gradigt föremål, och i sådant fall borde följden ej blifvit den till intensiteten minimala förnimmelse, hvarom här var frågan. Eller om en viss retlamell framkallar en värmekänsla af bestämd intensitet, och en viss konstant temperatur, t. ex. 45 framkallar samma värmekänsla, kan icke verksamhetsgränsen för åstadkommande af denna sensation för retlamellen ifråga ligga ofvan 45. Ty hade den, innan den sjunkit till denna värmegrad, redan åstadkommit samma verkan som ett 45-gradigt föremål, så borde den under sitt fortsatta temperaturfall ned mot denna värmegrad åstadkomma en ökad intensitet hos förnimmelsen, emedan värmetillskottet till huden från retlamellen, ända tills den sjunkit till 45°, måste vara större än från ett blott 45-gradigt föremål.

Genom bestämmande af den konstanta temperatur, som framkallar en förnimmelse af samma intensitet, som en viss retlamell, erhåller man endast ett öfre gränsvärde för verksamhetsgränsens läge, emedan vid den mer plötsliga temperaturförändring, som sker vid användande af retlameller af hög värmegrad möjligen samma förnimmelseintensitet kan nås vid en mindre temperaturförändring i nervändarne, än hvad som fordras vid retning med konstanta temperaturer.

Genom införande af detta öfre värde för verksamhetsgränsens läge på temperaturskalan vid beräkningen af de fysiologiskt verksamma värmemängderna erhåller man alltså ett minimivärde för dessa. Såsom öfre gräns kan, som redan omnämts, gränsvärdet för retlamellens maximala värmeförlust under någon fas af beröringstiden användas. Afståndet mellan dessa gränser är visserligen i många fall mycket stort, hvilket dock ej inverkar på användbarheten för här afsedda ändamål af de på detta sätt utförda beräkningarne af de fysiologiskt verksamma värmemängderna.

Hvad här sagts om uträknandet af vissa gränsvärden för de fysiologiskt verksamma värmemängderna vid användning af värmeretmedel gäller också mutatis mutandis för uträknande af de huden beröfvade värmemängderna vid användning af köldretmedel.

Ofvan har förutsatts, att den retlamellernas ena yta beklädande korkskifvan ej på något sätt deltager i värmeutjämningen, hvilket dock naturligtvis är fallet. För att få en föreställning om den grad, hvari detta sker, har jag bestämt den lägsta temperatur, som kork af den beskaffenhet, som användts för retlamellerna, måste ega för att på ett hudställe med tunn hud framkalla en minimal smärtförnimmelse. Detta sker vid ungefär 180°. Jag har sedan skaffat mig några retlameller, som ej vore uppklistrade på kork, utan höllos utspända af några små på öfre ytan af deras hörn fästade flädermärgsbitar, som vunno stadga genom en retlamellen ej berörande ram. I den värmeutjämning, som skedde, då dessa retlameller, placerades å huden, deltog alltså endast retlamellen sjelf (+ de små flädermärgsbitarne, hvilka dock synes mig kunna förbises). Jag sökte nu bestämma hvilket nummer, som var likvärdigt med enbar kork, d. v. s. som vid 180° framkallade en minimal smärtförnimmelse. Jag fann emellertid, att den tunnaste lamell, hvaröfver jag disponerade, n:r 15, kändes smärtsam redan vid 150°. Jag fick alltså nöja mig med den slutsatsen, att den värmemängd, hvarmed korken deltar i värmeutjämningen ej motsvarar den, som retlamellen n:r 15 rymmer. Vill man alltså i sina beräkningar införa ett öfre gränsvärde för värmemängderna från korken, har man att med 15 öka de tal, som ange retlamellernas nummer.

* * *

Vid användandet af nu beskrifna metodik på särskildt afpassadt sätt uppträda några beaktansvärda fenomen, för hvilka i det följ. redogöres.

C. Uppkomsten af en förnimmelse af öfvervägande köld vid visst slags värmeretning, af öfvervägande värme vid annan dylik.

a. Om de paradoxa köldförnimmelserna.

Att vid värmeretning köldsensationer kunna uppkomma, är redan förut kändt; och det må erinras om, att detta förhållande först upptäckts af Stümpell (9. s. 6.) hos nervsjuka personer. Som ett fenomen, hvilket äfven kan uppvisas hos friska, beskrifves det först af Lehmann (10. s. 26.), som omnämner, att kallpunkterna reagera med en köldförnimmelse äfven vid retning med uppvärmda spetsar. v. Frey (5. s. 172.), har sedan, som det vill synas, utan att afveta Lehmanns uppgift, funnit, att en del kallpunkter äro retbara för höga temperaturer, och från honom härstammar namnet »paradoxa» köldsensationer för de så uppkommande förnimmelserna, och Kiesow (11. s. 586.) har bekräftat v. Freys uppgifter. Alrutz (8. s. 322.) har på grund af sina undersökningar uttalat den åsigten, att alla kallpunkter visa denna retbarhet för höga temperaturer och har påvisat fenomenet med ytformig retning (12. s. 343.). Äfven jag sjelf har sedan länge haft min uppmärksamhet riktad på hithörande fenomen. Och hos Alrutz (12. s. 345.) finnes en af mig angifven och använd metod för påvisande af uppkomsten af en köldförnimmelse vid användande af höga temperaturer beskrifven.

Då dessa köldförnimmelser hafva synts mig vara af stort intresse, har jag ytterligare sökt förbättra metodiken för deras erhållande, och jag har efter en del förberedande försök kommit till följande metodik, som skänker synnerligen tydliga paradoxa köldförnimmelser.

Försöket utföres på hud, som i två minuter uppvärmes med en temperator hållen vid 45°. Retningen tillföres med retlameller

hållna vid en temperatur af 60°—70°. Lämpligen väljes ett ställe med tunn hud.

Om man nu på den uppvärmda huden placerar efter hvarandra retlamellerna från de lägsta numren till de högre, finner man, att de lägsta ej alls gifva någon sensation utom en känsla af beröring, och att den första temperatursensation, som uppträder vid svagaste retning, är en köldförnimmelse. Måhända är denna sensation i någon mån, dock i sådant fall knappt märkbart, uppblandad med en värmeförnimmelse. Går man till något högre nummer bland retlamellerna, blir köldförnimmelsen särdeles stark, värmeförnimmelsen däremot fortfarande knappast iakttagbar. Till slut blandar sig äfven smärta med i sensationerna.

De retlameller, som böra användas, äfvensom detaljerna i försöket framgår af följande försöksprotokoll.

Försök I.

Försöksställe: volarsidan af venstra underarmen, öfre tredjedelen. Två minuters beröring med temperatorn hållen vid 45°, retlamellerna vid 65°.

Lamellerna 15—40 — endast beröring kändes.
50 — en svag men dock fullt tydlig köldförnimmelse (möjligen blandad med ett spår värme).
60—90 — allt starkare köld; knappt iakttagbar värme.
100 — Den starka köldsensationen blandar sig mot slutet med en sticksensation. Värme fortfarande knappt iakttagbar.

Om retlamellernas temperatur eller nummer eller temperatorns värmegrad eller den tid, den berör huden, hvar för sig afviker allt för mycket från de ofvan angifna siffrorna, uppträder icke fenomenet i sin fulla tydlighet, utan värme- eller smärtsensationer uppträda och blanda sig i olika kombinationer och tidsföljd med köldförnimmelsen. Emellertid kan man, då hudens uppvärmning är något så när betydlig, genom lämpligt afpassande af temperatorns värmegrad samtidigt med att retlamellernas temperatur och nummer ändras, lätteligen finna andra kombinationer, vid hvilka ganska rena köldförnimmelser erhållas. Vid de ofvan angifna försöksbetingelserna framkomma emellertid fenomenet på ett särdeles

tydligt och slående sätt. Den är nämligen dels ganska stark dels också fri från hvarje samtidig, föregående eller efterföljande tydligare värmesensation trots retningen företages å hudställen, med utbildadt värmesinne.

Dylika rena eller nästan rena paradoxa köldförnimmelser hafva förut visserligen iakttagits vid punktformig retning; och vid ytformig dylik — af ALRUTZ (12. s. 348.) — å hudställen, der varmpunkter saknas. ALRUTZ (12. s. 344.) beskrifver vidare å hudställen, der äfven varmpunkter förefunnits, dock särskildt der köldsinnet är särdeles starkt, och värmesinnet särdeles svagt utvecklad, en isolerad köldförnimmelse vid värmeretning, dock är denna endast till tiden isolerad, i det den efterträdes af en mer eller mindre intensiv het eller varm förnimmelse. Här är det deremot frågan om en på hud med utbildadt värmesinne vid värmeretning uppträdande isolerad köldsensation, knappt märkbart uppblandad med eller åtföljd af någon värmesensation.

Det må här framhållas, att vid dessa vid höga värmegrader uppträdande köldsensationer det bevisligen eger rum en retning af köldnervändarne genom temperaturstegring.

Att här verkligen föreligger en retning af köldnerverna, ej af andra nerver, derom kan intet tvifvel råda för hvar och en, som ställer sig på ståndpunkten af lagen för de specifika sinnesenergierna. Såsom en följdsats af denna lag kan väl den satsen uppställas, att när en viss förnimmelse uppkommit, har en sådan nerv retats, hvars specifika energi det är att just förmedla ifrågavarande förnimnelse.

Den enda uppgift, som kunde sätta köldnervernas retning vid de paradoxa köldsensationernas uppkomst i tvifvelsmål, härör från ROLLETT (13. s. 460.), som anser sig hafva funnit, att vissa smärtnerver kunna utlösa förnimmelser, som af oss uppfattats såsom vanlig köld, och vore denna uppgift riktig, kunde möjligen dessa paradoxa köldförnimmelser uppkommit genom retning af ifrågavarande smärtnerver. Emellertid torde ROLLETTS uppfattning enligt min mening vara oriktig.

Man skulle emellertid kunna tänka sig, att trots att ett värmeretmedel placeras å huden, en temperaturnedsättning i köldändorganens lager dock föreligger på grund af någon på reflexväg eller eljes uppkommen vasomotorisk inverkan, att alltså köldförnimmelsens uppträdande vore ett fenomen, analogt med köldrysningen af psykisk orsak, då fastän intet köldretmedel verkar å huden, dock en köldförnimmelse uppstår.

Att så emellertid ej är fallet, bevisas bäst derutaf, att köldförnimmelsen i fråga uppträder äfven under förhållanden, då hvarje retning af köldändorganen genom temperaturändring på vasomotorisk väg är utesluten. På ett hudställe, som genom långvarig beröring med en temperator af blodtemperatur i hela sitt djup antagit denna värmegrad, bör, äfven ifall blodtilloppet ändras, ingen temperatursänkning kunna ske. Men äfven å så behandlad hud uppkommer dessa paradoxa köldförnimmelser vid lämplig retning, t. ex med 100-gradiga retlameller, numren upp till 60. Man kan emot beviskrafter i detta försök invända, att det är svårt att gifva den berörande temperatorn exakt blodets värmegrad; denna invändning har ingen betydelse, ty fenomenet framkommer vid alla de värmegrader hos temperatorn (36—38), inom hvilka blodtemperaturen kan tänkas variera. Köldförnimmelserna blifva visserligen ej så tydliga, som på mer uppvärmd hud, alldenstund värmeförnimmelser starkare blanda sig med, men det är dock ingen svårighet att tydligt urskilja dem.

Äfven en annan möjlighet förefinnes att tolka köldförnimmelsen såsom beroende på en temperatursänkning, ej stegring hos köldnervändarne. Vid den värmestegring, som sker, då en höggradig retlamell placeras å huden, måste temperaturförändringen i de ytligare hudlagren bestå i en första plötslig stegring, som sedan efterträdes af en sänkning, då värmen fördelar sig äfven till de djupare lagren Det vore nu tänkbart, att köldförnimmelsen åstadkommes af denna temperaturnedsättning hos köldändorganen.

Att dock stegringen, ej sänkningen ger upphof till köldförnimmelsen, visas deraf, att en dylik kan erhållas, innan någon temperatursänkning kan hafva inställt sig. Om man nemligen å den uppvärmda huden, istället för en 65-gradig retlamell placerar en vid 55^0 hållen temperator, uppstår lika fullt en köldförnimmelse; den är endast något svårare att iakttaga på grund af den hastigt sig inställande smärtförnimmelsen. Och vid användandet af denna temperator måste värmeförändringen i de särskilda hudlagren ske i form af ett stigande emot ett visst värde utan någon sänkning, förrän temperatorn borttages. Då nu emellertid köldförnimmelsen uppstår ögonblickligen, och ej först då temperatorn aflägsnas, kan det ej vara sänkningen, utan det måste vara stegringen, som åstadkommit den.

Öfverhufvud taget upphör köldförnimmelsen, då temperatorn aflägsnas från huden, hvaraf den slutsatsen kan dragas, att köld-

ändorganen ej äro retbara för den då inträffade temperatursänkningen. I en föregående afhandling (7. s. 555.), har jag uppvisat, att köldändorganen ej äro retbara för afkylning innan den nått under en viss gräns, ungefär 39°. Måhända beror köldförnimmelsens upphörande, då temperatorn aflägsnas från huden, derpå, att åtminstone det första och kraftigaste temperaturfallet ej når nedom 39°.

b. Uppkomsten af en förnimmelse af öfvervägande köld vid visst slags värmeretning, af öfvervägande värme vid annan dylik.

Vid mina undersökningar, som åsyftade att finna de gynnsammaste betingelserna att ernå tydliga paradoxa köldförnimmelser, fann jag, att jag på ett och samma hudställe kunde under eljes lika betingelser ömsom framkalla öfvervägande köldsensationer, ömsom öfvervägande värmeförnimmelser, blott genom att ändra den tillförda värmeretningen, ett förhållande, som syntes mig rätt beaktansvärdt.

Jag iakttog detta förhållande på hud, som endast en kort stund uppvärmts — ung. 15 sek. Ifall jag på det så uppvärmda hudstället, om hvars starka värme- och köldsinne jag genom föregående försök öfvertygat mig, placerade 75-gradiga retlameller, fann jag, att de lägsta numren gåfvo upphof till endast svaga och obestämda förnimmelser, något högre nummer till tydliga köldsensationer, hvari värme endast obetydligt framträdde. Till slut blandade sig vid ännu högre nummer stickande smärta med.

Om jag deremot på det på samma sätt uppvärmda hudstället placerade en temperator, hvars värmegrad endast obetydligt öfversteg den, hvarmed huden uppvärmts — till och med samma värmegrad kunde användas — erhöll jag tydliga värme- eller hettförnimmelser. Retningen af värmenerverna var alltså vid detta retningssätt mer framträdande.

Betingelserna för ernåendet af dessa fenomen växla något på olika hudställen; man maste nämligen något ändra den tid, hvarunder huden uppvärmes, för att på de olika hudställena få optimalt resultat. Efter några få försök torde man lätt kunna öfvertyga sig om dessas iakttagelsers riktighet. Följande försöksprotokoll visar de använda retlamellernas nummer och det sätt, hvarpå fenomenet uppträder.

Försök II.

Försöksställe: volarsidan af venstra underarmen, öfre tredjedelen; 15 sekunders beröring med temperatorn hållen vid 45°, retlamellerna vid 75°

Lamellerna 15—75 — Obestämda förnimmelser — stigande till svaga köldförnimmelser, obetydligt uppblandade med värme.
100 — stark köldsensation, med en särskildt mot slutet framträdande dragning i hett. Möjligen äfven en svag smärtsensation.
125—150 — som vid nummer 100, men smärtan tydligt framträdande.

Försök III.

Som i försök II, men retningen tillförd med 47-gradig temperator, med en fysiologiskt verksam basalyta af 4 kv.-cm.[1]).

En tydlig värme- (hett-) sensation uppstod dervid.

Om hudens uppvärmning fortsattes betydligt längre än den ofvan angifna tiden, 15 sek., erhåller man visserligen vid retning med de höggradiga retlamellerna tydliga köldsensationer, deremot aftaga värmesensationerna, som uppkomma vid den låggradiga retningen i tydlighet och äro vid tillräckligt långvarig uppvärmning (2 minuter) knappt märkbara.

Ett förhållande, som vid konstaterandet häraf är synnerligen missledande, och hvilket först sent blef mig klart, framgår af följande.

Om jag efter att i 2 minuters tid hafva värmt ett hudställe med en 45-gradig temperator, af ung. 22 kv.-cm:s yta, ledde obetydligt varmare vatten, t. ex. 46-gradigt igenom denna, och ånyo nedsatte den mot huden, dervid noga iakttagande att den fick sin gamla plats, uppträdde en tydlig värmesensation, som, så vidt jag kunde finna, lokaliserades till temperatorns hela beröringsyta. Jag trodde mig häraf länge kunna sluta, att värmesinnet ej var åtminstone i högre grad försvagadt på det i 2 min. uppvärmda hudstället — men med orätt.

[1]) Basalytan i sin helhet var 6 kv.-cm., men deraf voro 2 kv.-cm. fysiologiskt overksamma, öfvertäckta, som de voro, med ett tillräckligt tjockt papper, genom hvilket på grund af dess dåliga värmeledningsförmåga värmeutjämningen skedde så långsamt, att den, såsom det visade sig, kunde negligeras.

Jag fann nämligen, att vid användande af temperatorer af betydligt mindre yta — 3—6 kv.-cm. — uppstod på den förut i 2 min. med 45° uppvärmda huden knappast någon värmeförnimmelse, äfven om vatten af ganska hög värmegrad 50° leddes genom dem. Jag var i början benägen att tolka detta såsom beroende på det stora inflytande, som beröringsytans storlek utöfvar på förnimmelsernas tydlighet, men fann emellertid, att äfven om jag retade det förut uppvärmda hudstället med en temperator, som ej var afsevärdt mindre än den, hvarmed huden uppvärmts, (dess basalyta ung. 16 kv.-cm.) uppträdde blott en svag värmeförnimmelse, blott den placerades så, att öfverallt en smal zon skilde den från gränslinien mellan den uppvärmda och ej uppvärmda huden.

Värmeförnimmelsens skenbara fortbestånd, då retningen tillfördes med samma temperator, hvarmed huden uppvärmts, egde tydligen sin förklaring däri, att värme leddes ut till den förut ej uppvärmda huden, och der åstadkom värmesensationer, hvilka emellertid lokaliserades till temperatorns beröringsyta.

D. Uppkomsten af en förnimmelse af öfvervägande smärta vid visst slags värmeretning, af mer framträdande värme och köld vid annan dylik.

Vid annan anordning af metodiken har jag funnit, att vid svagaste värmeretning, hvarigenom smärta framkallas, uppstår ej, som man kunnat vänta, en stark hettförnimmelse, utan smärtan är endast obetydligt uppblandad med värme eller hetta. Betingelsen för uppkomsten af detta fenomen i all sin tydlighet är, att försöket göres på i tre minuter med en ungefär 10-gradig temperator afkyld hud, att retlamellerna hållas vid hög temperatur, t. ex. 100°, att huden ej är för tjock på undersökningsstället (ej på vola manus). Om man på det afkylda hudstället efter hvartannat placerar retlamellerna från de lägsta numren till de högre, finner man, att de tunnaste gifva upphof till en knappt märkbar värmeförnimmelse, och att innan någon tydlig sådan uppkommit, uppträder en fin, stickande smärtförnimmelse.

Om huden ej är tillräckligt länge eller starkt afkyld, om retlamellerna ej ega tillräckligt hög temperatur, om epidermis ej är tillräckligt tunn, uppträder värmeförnimmelsen tydligare vid den retningsstyrka, då smärta uppträder. Emellertid är härvid proportionen mellan smärtförnimmelsens och värmesensationens intensiteter ändrad till fördel för den förras, ju mer man närmar sig vilkoren för ernåendet af den nästan isolerade smärtförnimmelsen.

Af grundläggande vigt för den kommande tolkningen af detta fenomen är nu, att tydliga och starka värmeförnimmelser äfvensom låt vara ej särskildt starka köldsensationer kunna utlösas från det afkylda hudstället, innan smärttröskeln nåtts, blott man använder lameller af lägre temperatur eller annan låggradig värmeretning.

Följande försöksprotokoll meddelas som exempel samt i och för några uträkningar i det följande.

Försök IV.

Försöksställe: venstra underarmens volarsida, öfre tredjedelen; huden afkyld i 3 minuter med temperatorn vid 10°. Retlamellerna vid 100°.

Retlamellerna 15—175 — svaga, knappt iakttagbara värmeförnimmelser.
200 — en minimal smärtförnimmelse; värmeförnimmelsen fortfarande mycket svag.
300 — smärtförnimmelsen ganska stark, värmesensationen ung. som vid n:r 200.

Försök V.

Som i försök IV, men retlamellerna vid 60°.

Retlamellerna 15—1000 — svaga värmeförnimmelser.
1200 — värmesensationen nu ganska stark.
1500 — den starka värmeförnimmelsen blandad med en svag smärtsensation.

Försök VI.

Som i försök IV och V, men retningen tillförd med en 48-gradig temperator af 4 kv.-cm:s verksam beröringsyta.

En utdragen, ej särskildt stark värmesensation, i hvilken mot slutet stick af köld iakttages. (Förnimmelserna blifva mycket tydligare vid användande af större ytor).

* * *

Det här berörda uppträdandet af öfvervägande smärta vid viss sorts värmeretning (försök IV), under det vid annan dylik minimal smärtretning förnimmelser af öfvervägande värme eller tydlig köld uppkomma (försök V och VI), liksom det analoga uppträdandet af öfvervägande köld vid viss sorts värmeretning (försök II), under det vid annan dylik (försök III) öfvervägande värmekänsla uppkommer, synas mig vara företeelser, som äro värda beaktande.

Under det att nämligen försöken III, V och VI synas tyda på, att minimum perceptibile vid värmeretning ligger betydligt lägre för värmeändorganen och något lägre för köldnervändarne än för smärtnervändarne, så synas deremot försöken II och IV tyda

på en relativt mycket större känslighet för köldnervändarne resp. smärtnervändarne än i förra fallet.

Under det att den i försöken III, V och VI framträdande proportionen mellan minimum perceptibile för värme-, köld- och smärtnervändarne mer står i öfverensstämmelse med vår hittillsvarande kunskap om hudsinnena, är detta icke fallet med de fenomen, försöken II och IV belysa.

Den frågan uppstår alltså: huru skall det i dessa försök exemplifierade uppträdandet af öfvervägande köld, resp. smärta vid värmeretning förklaras?

Jag vill här först fästa mig vid uppträdandet af den öfvervägande köldförnimmelsen.

E. Orsakerna till uppträdandet af en öfvervägande köldförnimmelse vid viss sorts värmeretning.

Svaret på frågan om orsakerna till köldförnimmelsens så isolerade uppträdande vid ett visst slags retning, medan vid annan retningen af värmenerverna öfverväger (försök II och III), bör naturligtvis sökas i en analys af försöksbetingelserna.

För uppkomsten af detta fenomen fordrades, att huden uppvärmts. Effekten af denna uppvärmning kan dels vara fysiologisk, dels fysikalisk. Såsom en fysikalisk effekt räknar jag det inflytande, som den genom uppvärmningen åstadkomna förändringen i hudens värmebestånd måste utöfva på temperaturförändringens förlopp i huden vid applicerande å densamma af ett termiskt retmedel. Till de fysiologiska verkningarna räknar jag de retbarhetsförändringar, som uppstå i nervändarna genom uppvärmning, uttröttning och liknande moment.

Det ligger nu nära till hands att antaga, att genom hudens beröring med den varma temperatorn, hvarigenom en stark värmeförnimmelse åstadkoms, värmeändorganen så uttröttats genom det långvariga retningstillstånd, hvari de varit försatta, att deras retbarhet sjunkit betydligt ned mot köldnervändarnes, så att vid gång från svag retning upp till starkare värmesensationerna äro så svaga, då köldförnimmelsen uppkommer, att den nästan alldeles förbises.

Härtill må anmärkas, att äfven om, såsom möjligt är, värmeändorganens retbarhet sjunkit genom uppvärmningen, eller äfven om köldnervändarnas retbarhet för värmeretmedel stigit, som ju också möjligt är (se här nedan), qvarstår det faktum, att man vid användande af låggradiga värmeretmedel, t. ex. en temperator af endast obetydligt högre eller samma temperatur, som den, hvarmed huden uppvärmts, under vissa betingelser (se försök III) kan erhålla starka och tydliga värmesensationer, hvari köldförnimmelsen föga gör sig gällande; den ofvan förutsatta omkastningen i köld- och värmeändarnes retbarhet existerar alltså ej åtminstone vid all

retning i den grad, att den öfvervägande köldförnimmelsens uppträdande deraf förklaras.

Ville man alltså förklara detta fenomen genom rent fysiologiska retbarhetsförändringar, måste man undersöka, huruvida genom den föregående uppvärmningen relationen mellan värme- och köldnervändarnes retbarhet endast för visst slags värmeretning förändrats. Men det torde, innan man går in på en diskussion af denna möjlighet, vara skäl att tillse, huruvida icke de fysikaliska förhållandena på ett enklare sätt kunna förklara saken.

Hvilken är då den fysikaliska effekten af hudens uppvärmning med temperatorn?

Genom hudens långvariga beröring med temperatorn öfver kroppstemperatur måste värmefallet i huden hafva ändrats. Under det på normal hud de ytligaste hudlagren äro de kallaste och hudens temperatur alltmer tilltar mot djupet, alltså värmefallet går i riktning inifrån utåt, måste det genom uppvärmningen ändras i motsatt riktning, ju mer man närmar sig det slutstadium, då de olika hudlagren antagit den temperatur, som betingas af den stationära värmetillförseln utifrån och förlusten inåt; huden afkyls alltså, då detta stadium nåtts, inifrån genom blodet, men uppvärmes utifrån. Under det att ett värmeretmedel af högre temperatur än blodets på icke uppvärmd hud samverkar med blodvärmen tills samtliga lager nått blodtemperatur, så motverkas det deremot häraf, så snart genom en föregående uppvärmning temperaturfallet inställt sig i riktning utifrån inåt. Äfven om man icke nått värmeutjämningens slutstadium, emedan beröringstiden mellan huden och temperatorn varat för kort stund, måste uppvärmningen hafva verkat i den riktningen, att retningen allt mindre understödes i sin temperaturstegrande verkan af blodet, resp. allt mer motverkas deraf.

Hvilken är då den fysikaliska skilnaden mellan de olika använda retmedlen?

Den nästan isolerade köldförnimmelsen framkallas af retlameller af relativt hög temperatur, t. ex. 65 °, under det att den uteblir vid användande af låggradiga värmeretmedel med mera obegränsad tillförsel af värme. Analyserar man nu, hur temperaturförändringen i ena och andra fallet sker, blir resultatet, att vid tillförseln af en begränsad men höggradig värmemängd måste temperaturutjämningen ske så, att när den endast drabbat de ytligaste hudlagren, dessas temperatur stigit mycket högt. Ju djupare deremot ett hudlager ligger, i desto mindre grad drabbas det af vär-

mestegringen, alldenstud den begränsade värmemängden fördelar sig på en allt större och större massa. Använder man deremot en konstant temperatur som retmedel, blir äfven i detta fall temperaturstegringen större i de ytligare lagren än i de djupare, men den ställer sig jämfördt med förra retningssättet mycket fördelaktigare för de djupare lagren. Man kan alltså betrakta användandet af de begränsade höggradiga värmemängderna såsom ett de ytligare hudlagren ojämförligt kraftigt afficierande retmedel, deremot användande af låggradiga värmeretmedel med mer obegränsad värmekapacitet såsom ett de djupare hudlagren relativt gynnande retningssätt, låt vara att äfven i detta fall värmefluktuationen måste vara absolut större i de ytliga.

Då man nu vid en de ytliga hudlagren i öfvervägande grad träffande retning erhåller framför allt en köldförnimmelse, under det man vid mer djup retning erhåller kraftiga värmeförnimmelser, är den naturliga slutsatsen den, att köldnervändarne sluta ytligare än värmenervändarna.

Ställer man sig på grundvalen af detta antagande, så erbjuda de genom den föregående uppvärmningen ändrade fysikaliska förhållandena i huden jämte de egendomligheter, som karakterisera värmeutjämningen i de olika retningssätten, möjligheter att förklara det i första hand öfverraskande fenomenet af köldförnimmelsens så isolerade uppträdande. Förklaringen blir denna: den af en högt tempererad retlamell tillförda värmemängden åstadkommer en kraftig temperaturstegring i de ytliga hudlagren och retar så de der liggande köldnervändarne; då värmeutjämningen fortplantar sig på djupet, aftar temperaturstegringen i stark progression, hvarvid äfven blodets värmeutjämnande inflytande motverkar den eller åtminstone ej samverkar med den i sådan grad som å vanligt tempererad hud. Följden häraf blir, att retningen endast obetydligt öfverstiger minimum perceptibile för de i de djupare lagren liggande värmeändorganen, trots deras stora retbarhet.

Om och i hvad mån fenomenet äfven kan bero på fysiologiska retbarhetsförändringar i köld- och värmenervändarne, är svårt att veta. För utrönande häraf skulle qvantitativa beräkningar af de fysikaliska faktorerna vara mycket önskvärda, hvarigenom dessas tillräcklighet eller ej blefve afgjord.

Några dylika beräkningar har jag emellertid ej kunnat företaga.

Det synes mig det oaktadt böra påpekas, att uppvärmningen på ett särskildt sätt kan åstadkomma en förändrad retbarhet hos värme- och köldnervändarne för värmeretmedel.

Hudens uppvärmning måste utöfva det inflytandet på effekten af den värmeretning, som träffar den, att den derigenom åstadkomna värmestegringen i hvarje särskildt hudlager har till utgångspunkt en högre på temperaturskalan liggande värmegrad, än då retningen träffar normalt tempererad hud.

Å normalt tempererad hud måste så väl köld- som värmenervändarne ega en värmegrad mellan blodets (ung. 37°) och den fria hudytans (vanligen mellan 33° och 35°); å hud, som tillräckligt länge uppvärmts med ett 45-gradigt föremål, deremot en värmegrad af mellan 37° och 45°. Det är nu mycket antagligt, att värmenervändarne äro relativt litet retbara för en temperaturstegring ofvan den värmegrad, som de måste antaga, då temperaturfallet vid hudens beröring med en 45-gradig temperator nått sitt stationära stadium. Detta synes mig framgå af det ofvan sida 16 omtalade förhållandet, att ett hudställe, som i två minuter värmts med en 45-gradig temperator, ger upphof endast till en mycket svag värmekänsla, då temperatorns värmegrad höjes till 50°. Man kan nämligen däraf sluta, att retningen med den 50-gradiga temperatorn endast är föga mer fysiologiskt verksam än den med den 45-gradiga, ty eljes blefve man tvungen att antaga, att ändorganen genom uttröttning för ett svagare retmedel äfven mistat sin retbarhet för ett rätt mycket starkare — ett mycket osannolikt förhållande.

En viss temperaturstegring, som träffar värmeändorganen, då de nått eller närmat sig till den lägsta temperatur, som maximalt reta värmenervändarne, utöfvar alltså antagligen mindre verkan än samma temperaturstegring, då den träffar de normalt tempererade ändorganen.

Att deremot precisera den roll, som ifrågavarande förhållande spelar vid den här åsyftade öfvervägande köldförnimmelsens uppkomst, låter sig ej göra, enär jag ej känner, i hvad mån värmeändorganen genom 15 sekunders beröring med den 45-gradiga temperatorn närmat sig den temperatur, som de ega efter två minuters beröring dermed, och hur retbarheten förhåller sig, innan denna temperatur nåtts.

Hvad återigen köldnervändarne beträffar, är det antagligt, att de äro mer retbara för värmeretning ofvan den värmegrad, hvartill de genom den föregående uppvärmningen uppflyttats än vid den temperatur de ega å normalt temperad hud.

Till mina skäl för detta antagande skall jag komma längre fram (sid. 46).

Fortfarande låter det sig emellertid ej göras, att i här föreliggande speciella fall precisera, hvilket inflytande detta förhållande haft för uppkomsten af den öfvervägande köldförnimmelsen.

Men äfven om här berörda retbarhetsförändringar existera, kunna de ej ensamma utan vidare, såsom redan ofvan påpekats, förklara uppträdandet af den öfvervägande köldförnimmelsen, enär ju vid viss sorts retning (försök III) tydligen värmeändorganens retbarhet öfverväger, utan de äro i sådant fall endast att anse såsom understödjande moment i fenomenets framkomst, som framförallt beror på ett olika djupläge för nervändarne och en oproportionerligt stark retning af de ytliga hudlagren.

* * *

Det ofvan sagda hänför sig till köldförnimmelsens öfvervägande uppträdande å hud, där vid annan retning tydliga värmeförnimmelser kunna utlösas.

Hvad deremot beträffar uppkomsten af de isoleradt uppträdande paradoxa köldförnimmelser, hvarå försök I utgjorde ett exempel, och som fordrade en långvarig uppvärmning af huden, så gäller äfven för dessa samma förklaring endast med den skillnaden, att här de retbarhetsförändringar spela in, som nervändarne visa för värmeretmedel inom de högre på temperaturskalan liggande gränser, hvarinom här värmefluktuationen eger rum.

F. Orsakerna till uppträdandet af en öfvervägande smärtförnimmelse vid viss sorts värmeretning.

Då det framför allt ur det enkla antagandet, att köldnervändarne sluta ytligare än värmenerverna, lyckats förklara det öfvervägande uppträdandet af en köldförnimmelse vid värmeretning, ligger det nära till hands att förklara smärtsensationens så öfvervägande uppträdande på lämpligt afkyld hud ur det antagandet, att smärtnerverna sluta ännu ytligare än de två andra slagen värmekänsliga nerver.

Utan detta antagande låter sig fenomenet ifråga endast med svårighet förklaras. Ty man har ej rätt att tolka det som helt och hållet beroende på en omkastning af de olika retningströsklarnes läge. Detta visa försöken V och VI, der ju tydliga värme- resp. köldförnimmelser uppträda vid svagare retning än smärtförnimmelserna.

Hade man alltså endast de genom afkylningen möjligen åstadkomna fysiologiska retbarhetsförändringarne att bygga på, måste man förutsätta, att dessa förändringar endast gällde för viss sorts värmeretning. Men ett dylikt antagande är alldeles onödigt, då ju den isolerade smärtförnimmelsens uppkomst vid användande af tunna höggradiga retlameller, alltså retning, som måste verka mycket starkt på de ytligare lagren (se sid. 21), tyder på, att smärtnerverna ända ytligare än de båda andra slagen värmekänsliga nerver.

Ett stöd och en belysning i siffror för denna uppfattning, att de öfvervägande smärta framkallande retlamellerna i sin verkan på de djupare hudlagren ej äro likvärdiga med, utan underskrida de öfvervägande värme framkallande retlamellerna, lemnas af en uträkning af de värmemängder, som äro fysiologiskt verksamma vid framkallandet af den svaga värmeförnimmelse, som uppstår vid retning med den 100-gradiga lamellen n:r 200, (se försök IV) och en jämförelse mellan dessa och de för samma ändamål till buds stående värmemängderna vid retning med den 60-gradiga nätt och jämt smärtframkallande retlamellen n:r 1500, (se försök V).

För beräknandet af de förra bör man, enligt hvad som sagts vid redogörelsen för metodiken, bestämma den konstanta temperatur, som framkallar en värmeförnimmelse af samma intensitet som ifrågavarande retlamell.

Vid försök att bestämma denna konstanta temperatur, (en temperator med 4 kv.-cm:s verksam yta användes) möttes jag af oväntade svårigheter.

Det blef mig nämligen omöjligt, äfven i fall jag passerade temperaturskalan från 10^0 –55^0, att finna en konstant temperatur, som framkallade en värmeförnimmelse identisk med den af den 100-gradiga retlamellen n:r 200 åstadkomna. De med temperatorn åstadkomna sensationerna voro mer utdragna och svälde an mer långsamt. Emellertid kunde denna olägenhet hafva öfvervunnits derigenom, att jag endast fäst mig vid förnimmelsernas maximala intensitet. Jag har emellertid trots många och upprepade försök ej kunnat utesluta möjligheten af, att de af temperatorn alstrade förnimmelserna till sin kvalitet skilja sig från den af retlamellen åstadkomna. — Inför detta förhållande har jag frågat mig, hvad som kunde åstadkomma en sådan kvalitetsskillnad, och jag har tänkt mig saken på följande sätt.

Möjligt är, att den af retlamellen jämte den minimala smärtsensationen framkallade värmeförnimmelsen uppkommit genom retning ej blott af värmenervändarne, utan äfven af köldnervändarne, och alltså i öfverensstämmelse med Alrutz' (12.) nomenklatur bättre kan benämnas svagt het.

Det är då mycket antagligt, att en viss konstant temperatur åstadkommer samma retning af värmenerverna som retlamellen ifråga, medan det deremot är en annan, som retar köldnerverna på samma sätt som lamellen. I detta fall skulle ingen konstant temperatur finnas, som ensamt retar de båda nerverna just i samma proportion som lamellen.

Under sådana förhållanden vore i själfva verket frågan om den konstanta temperatur, som för framkallandet af här ifrågavarande förnimmelse är likvärdig med retlamellen, ofullständigt formulerad. *En* temperatur är likvärdig dermed i afseende på retningen af värmenerverna, en annan med hänsyn till retningen af köldnerverna. Kunde man exakt bestämma dessa båda konstanta temperaturer, så hade man de värden, som behöfvas för en uträkning af de verksamma värmemängderna vid lamellens retning af värme resp. köldnervändarne; men en sådan bestämning är ej utförbar, då det

ej är möjligt att exakt känna den styrka de supponerade båda komponenterna hafva i de olika förnimmelserna, (någon köldsensation kan jag öfverhufvud ej iakttaga i den af retlamellen åstadkomna förnimmelsen, deremot synes en svag, senkommande sådan kunna iakttagas i den af temperatorn, hållen vid 40° och derutöfver åstadkomna).

Redan en ungefärlig bestämning af de verksamma värmemängderna har dock synts mig af intresse. Såsom utgångspunkt för denna bestämning har jag tagit den temperatur, som åstadkommer en förnimmelse, som trots skillnaden i tidsförlopp och kvalitet, dock till sin intensitet synts mig något öfverstiga intensiteten i den af retlamellen ifråga alstrade sensationen. Till och med denna bestämning erbjuder på grund af här ifrågavarande förnimmelsers vaga och obestämda karaktär svårigheter. Efter en hel del försök har jag emellertid stannat vid 45°.[1]

Uträknar man nu med tillhjälp af detta värde de fysiologiskt verksamma värmemängderna för framkallande af ifrågavarande värmesensation, så erhåller man som undre gränsvärde, då retlamellens temperatur sjunker till 45° 660 mgkalorier, som öfre gränsvärde vid dess sjunkande till 10° 1080 mgkalorier.

Deremot afger den 60-gradiga retlamellen n:r 1500 vid sitt sjunkande till 45° 1350 mgkalorier och som yttersta gränsvärde för den värmemängd, den öfverhufvud taget kan afgifva, erhålles 4500 mgkalorier.

Om korrektion företages för den värmemängd, som kommer från korkplattan, och som ju måste vara större vid den 100-gradiga retlamellen, ändras i någon obetydlig mån proportionen mellan de erhållna värdena. I stället för 1350—4500 mgkalorier erhåller man 1363,5—4545 i stället för 660—1080 fås 709,5—1161 mgkalorier.

Af dessa uträkningar framgår alltså, att den 60-gradiga retlamellen n:r 1500 afger mer värme än den 100-gradiga n:r 200

Att under sådana förhållanden effekten på djupet vid användandet af den nätt och jämt smärtframkallande 100-gradiga retlamellen ej är så stark som vid användandet af 60-gradiga är ju helt naturligt.[2]

---

[1] Att så högt värde måst införas, verkar öfverraskande, men står i samband med den stora nedsättning i retbarheten, som värme- och köldnervändarne visa å afkyld hud (se här nedan).

[2] Att liknande uträkningar ej i det föregående meddelats öfver de verksamma värmemängderna vid uppträdandet af en tydlig värmeförnimmelse å uppvärmd hud resp. de för samma ändamål till buds stående värmemängderna i de

Äfven om de gränsvärden, hvarinom de verksamma, resp. till buds stående värmemängderna för framkallandet af här ifrågavarande förnimmelse innestängts, något skjutit in öfver hvarandra, om alltså t. ex. det öfre gränsvärdet för 100-gradiga retlamellen n:r 200 skjutit ofvan det undre gränsvärdet för 60-gradiga retlamellen n:r 1500, så hade man dock haft all anledning antaga, att i det senare fallet en större värmemängd varit disponibel. Ty det exakta värdet för de verksamma värmemängderna ligger helt säkert mycket närmare minimivärdet för de gränser, inom hvilka det här innestängts, än maximivärdet, och så länge minimivärdena i de båda fallen äro tillräckligt långt skilda, kan man endast af dessa med sannolikhet sluta till relationen mellan de verksamma värmemängderna. I det fall, som här anförts, falla emellertid gränserna helt och hållet utom hvarandra, och nu nämnda förhållande har därför ej behöft anlitas.

Vikten särskildt af att ega ett öfre gränsvärde för de vid framkallandet af en viss förnimmelse fysiologiskt verksamma temperaturerna framgår af resultatet, om man i sina uträkningar inför andra värden för dessa temperaturer. Inför man nämligen allt högre och högre temperaturer, erhåller man slutligen samma undre gränsvärden för de värmemängder, som i de båda fallen äro fysiologiskt verksamma resp. disponibla. Införes ännu högre temperaturer, blir förhållandet omkastadt, så att i ofvanstående uträkning minimivärdet för de verksamma värmemängderna i den 100° retlamellen n:r 60 skulle blifva större än samma värde för den 60° retlamellen n:r 1500.

Emellertid om smärtförnimmelsens så isolerade framträdande endast berodde på tillräckligt ytlig retning, hade man anledning vänta, att man äfven på icke afkyld hud skulle med höggradiga, men tunna retlameller kunna erhålla ganska rena smärtförnimmelser. Men så är ej fallet. Äfven i fall retlamellerna hålles vid 150° blandar sig värmeförnimmelsen rätt tydligt med i den minimala smärtförnimmelsen, blott man företager undersökningen på hud med tillräckligt utbildadt värmesinne och med lameller af rätt stor yta — 4 kv.-cm. (med retlameller med 1 kv.-cm:s yta blir värme-

lameller, hvarmed en nästan isolerad köldförnimmelse framkallas, beror derpå, att jag i dessa fall för att erhålla möjligast tydliga sensationer måste använda en temperator, för att bibringa retningen. De derigenom tillförda värmemängderna låta sig ej i siffror uträknas enligt ofvan angifna principer, hvadan jag alltså i dessa fall måste afstå från någon jemförelse i siffror.

förnimmelsen ofta så svag, att den förbises). Afkylningen måste alltså ega en bestämd betydelse för den isolerade smärtsensationens uppkomst.

På hurudant sätt verkar då afkylningen? Månne genom de af densamma åstadkomna fysikaliska förändringarna i värmeutjämningens förlopp, eller genom sådana af fysiologisk art, begreppen tagna i ofvan definierad betydelse?

Fysikaliskt verkar afkylingen så, att ett brantare värmefall inifrån utåt åstadkommes. Den värmemängd, som på tidsenheten passerar hvarje plan i huden, växer på grund af den ökade differensen mellan temperaturerna å hudens inre och yttre yta.

I intet af dessa moment ligger något, som kan tänkas minska den temperaturstegrande effekten på de djupare lagren af en värmeretning.

Ej heller det förhållandet, att temperaturskillnaden mellan huden och den 100-gradiga retlamellen är större än mellan denna och normalt tempererad hud, kan användas för förklarandet af, att i ena fallet en rätt isolerad smärtförnimmelse uppträder, i andra fallet ej.

Ty, såsom nyss nämnts, äfven om retlameller hållna vid 150° användas å den normalt temperade huden, så att alltså differensen mellan retlamellens temperatur och hudens blir större än hvad fallet är vid undersökningen å afkyld hud, erhålles det oaktadt en tydligare värmekänsla af den minimal smärta framkallande lamellen å den normalt temperade huden än å den afkylda.

Då alltså de fysikaliska förhållanden ej kunna förklara afkylningens betydelse för framkomsten af den isolerade smärtförnimmelsen, så måste dess betydelse bestå i af den samma framkallade retbarhetsförändringar resulterande deri, att oaktadt värme- och köldnervändarna fortfarande äro mer retbara än smärtnervändarne, såsom framgår af försök V och VI, dock skillnaden i retbarhet ej är så stor som å normalt tempererad hud.

En dylik ändring i proportionen mellan å ena sidan smärtnervändarnes och å andra sidan köld- och värmenervändarnes retbarhet kan hafva åstadkommits antingen genom stegrad retbarhet hos de förra eller en sänkt retbarhet hos dessa senare.

Någon anledning att antaga, att genom afkylningen till den vid dessa försök använda temperaturen af 10° smärtnervändarnes retbarhet stigit, finnes ej. Vissa undersökningar af Boeri & Silvestro (14) tala tvärtom för, att genom afkylningen smärtnervändarnes känslighet nedsättes. Dock äro dessa undersökningar såsom anställda

med mer höggradig afkyling, ej fullt tillämpliga på föreliggande fall. Hvad särskildt beträffar föreliggande fall, har jag dels å normalt tempererad hud dels å sådan, som i 3 minuter afkylts med en 10-gradig temperator, sökt bestämma den lägsta temperatur, som framkallade en minimal smärtförnimmelse, äfvensom jämfört de förnimmelser, som uppstå med öfverminimala retmedel.

Huden — å venstra underarmen — afkyldes med en temperator, af ung. 22 kv.-cm:s yta och retningen tillfördes med en sådan med ung. 16 kv.-cm:s yta. Jag kunde härvid ej påträffa någon mer utpräglad skillnad mellan minimum perceptibile för värmesmärta i de båda fallen, men efter upprepade undersökningar kom jag dock till det resultatet, att minimum perceptibile ligger något högre å den afkylda huden.

Afpassade jag nämligen en sådan värmegrad hos temperatorn, att den å normal hud endast framkallade en svag öfvergående stickförnimmelse, så erhölls ingen dylik å det afkylda hudstället. Denna värmegrad växlade från olika hudställen; för underarmens volarsida invid armbågsvecket var den 48°. Redan ½ till 1 grads stegring i denna temperatur framkallade emellertid minimala smärtförnimmelser å det afkylda hudstället.

Använde jag något högre temperaturer 50°—55°, som framkallade ihållande och lifliga smärtsensationer å normal hud, så uppstodo dylika äfven å den afkylda; dock var smärtan här särskildt i början svagare än å den normala huden.

Några finare detaljer kunde jag ej ernå, alldenstund den anordning, jag använde (se sid. 4), ej gaf mer konstanta temperaturer, än att ofta växlingar på ½ till 1 grad förekommo, hvilket förhållande vid denna bestämning betydde ganska mycket

Man får af dessa undersökningar ej draga den slutsatsen, att smärtsinnets retbarhet endast obetydligt influerats af afkylningen. Man måste nämligen vid sina slutsatser angående nervändarnes retbarhet ur dessa bestämningar ihågkomma, att samtidigt som värmeretmedlet verkar såsom sådant, det äfven häfver afkylningstillståndet, och alltså utöfvar en restituerande effekt på den möjligen förändrade retbarheten.

Häraf framgår också, att hade någon förändrad retbarhet för värmeretmedel ej påträffats, hade man öfverhufvud taget ej egt rätt till några slutsatser. Har deremot, såsom i föreliggande fall, en lät vara obetydlig stegring af värmesmärtans minimum perceptibile påträffats trots värmens restituerande effekt, så har man der-

emot a fortiore rätt att sluta sig till en minskad retbarhet hos smärtnervändarne.

Betydelsen af hudens afkylning för smärtförnimmelsens öfvervägande uppträdande kan alltså ej ligga i någon ökad retbarhet hos smärtnervändarne.

Återstår då att undersöka hudafkylningens inverkan på värme- och köldnervändarnes retbarhet för värmeretmedel.

Att värmeändorganens retbarhet för temperaturstegring sjunker vid afkylning har visats af GOLDSCHEIDER (2. s. 144, 150 och 284). Sjelf har jag i en föregående uppsats (7. s. 553.) meddelat försök, vid hvilka jag funnit, att värmeändorganen äro mycket okänsliga för temperaturstegring under en viss absolut gräns (23°), hvarvid dock måste anmärkas, att dessa undersökningar såsom utförda på anemisk hud ej äro utan vidare tillämpliga på förhållandena å normal dylik.

För öfrigt har jag specielt på i tre minuter med en 10-gradig temperator afkyld hud undersökt saken och fann dervid, att man visserligen på densamma redan vid en temperatur endast ett par grader öfver 10° kan framkalla minimala värmeförnimmelser, att alltså adaptation inträdt för en mycket låg temperatur, men värmeförnimmelsen är äfven då man retar med ganska höga temperaturer särdeles svag. Jämför man de värmeförnimmelser, som uppstå dels på denna 10-gradiga hud, dels på normalt tempererad sådan vid användande af en temperatur, som endast är ett par grader högre än den normala hudytans, t. ex. 37° finner man, att den normala huden ger upphof till en starkare sådan än den afkylda, trots den så mycket större temperaturskilnaden mellan retmedlet och huden och den deraf betingade kraftigare värmeförändringen i det senare fallet och trots den hos den afkylda huden inträdda adaptationen för en låg värmegrad.

En betydlig minskning i värmeändorganens retbarhet måste alltså hafva åstadkommits genom afkylningen.

Äfven köldnervändarnes retbarhet för värme har sjunkit i afsevärd mån genom den långvariga afkylningen; till mina skäl för detta mitt påstående skall jag återkomma längre fram (se sid 46).

Under sådana förhållanden är det antagligt, att det inflytande, smärtnervändarnes minskade retbarhet kunde utöfva på förhallandet mellan de olika termiskt känsliga nervändarnes retbarhet, har öfverkompenserats genom en ännu mer nedsatt retbarhet hos de båda andra slagen nervändar.

Förklaringen af smärtförnimmelsens isolerade uppträdande blir alltså denna: de använda 100-gradiga tunna retlamellerna verka synnerligen starkt på de ytligt liggande smärtnerverna, men ganska svagt på de djupare ändande köld- och värmenervändarne. Genom den föregående afkylningen har dessa senares retbarhet så sjunkit, att ingen isoleradt iakttagbar köldförnimmelse uppstår och den uppträdande värmeförnimmelsen blir mycket svag.

Att smärtförnimmelsen deremot ej uppträder isolerad på normalt tempererad hud, utan der blandar sig med värme- och hettförnimmelser äfven vid ytlig retning, förklaras deremot deraf, att den minsta värmemängd, som öfver hufvud taget räcker till att reta smärtnerverna, är tillräckligt stor för att vid sin fördelning å äfven de djupare lagren afsevärdt reta de der liggande värme- och möjligen köldnervändarna.

G. Slutsats om nervändarnes djupläge.

De nu beskrifna fenomenen ega alltså sin hufvudsakliga förklaring i det antagandet, att smärtnervändarne sluta ytligast och äro minst retbara för värmeretmedel, dernäst köldnerverna och djupast de mest retbara värmenerverna. Samtidigt äro dessa fenomen ett godt bevis för riktigheten af detta antagande om nervändarnes inbördes läge.

Såsom i det föregående framhållits, skulle ett antagande af att nervändarne sluta på samma djup förutsätta, att dessa nervändar under eljes samma förhållanden bibehålla sin vanliga inbördes retbarhet för mer låggradiga värmeretmedel, men deremot vid retning med högre temperaturer erbjuda en annan inbördes retbarhet. Den enda differens, som vid dessa olika retningssätt temperaturändringen i nervändarnes lager kan erbjuda, är att den vid retning med höggradiga retlameller förlöper hastigare.

Värmenervändarne skulle alltså å uppvärmd hud vara relativt okänsliga för just den hastighet i temperaturstegringen, som karaktäriserar de en rätt isolerad köldsensation framkallande retlamellerna; och värme- och köldnervändarne skulle på afkyld hud vara relativt okänsliga för den hastighet i temperaturstegringen, som framkallas af den lamell, som skänker den rätt isolerade smärtförnimmelsen — om öfverhufvud antagandet af samma djupläge för de olika nervändarne skulle kunna hållas uppe.

Jag har nu ej funnit något sätt att fullt kunna utesluta möjligheten af dylika retbarhetsförhållanden, ty vid den använda metodiken är en de ytliga lagren i bestämd öfvervigt träffande temperaturstegring af bestämd intensitet oupplösligt förbunden med en viss hastighet för denna värmestegring. Jag kan alltså ej behålla intensiteten hos temperaturstegringen och den relation, hvari de olika hudlagren deltaga i värmeutjämningen, oförändrade, under det jag varierar den hastighet, hvarmed temperaturstegringen ernås. På samma sätt förhåller sig saken vid medeldjup och medelstark retning. Och någon mer användbar metodik har ej stått mig

till buds. Emellertid äro ofvan förutsatta retbarhetsförhållanden mycket osannolika.

Det synes mig nämligen mycket oantagligt, att värme- resp. värme- och köldnervändarne skulle visa en så nedsatt retbarhet just för de hastigheter i temperaturförändringen, som uppkomma vid användande af de retlameller, som skänka de rätt isolerade köld- resp. smärtsensationerna, ty hastigheten af dessa förändringar torde ej särskildt mycket skilja sig från den, för hvilken dessa nervändar tydligt och starkt reagera.

Under sådana förhållanden måste jag anse, att de här meddelade rönen visserligen ej exakt bevisa, men dock göra i hög grad sannolikt, att smärtnervändarne nå ytligast, dernäst köldnervändarne, och att värmenervändarne ligga djupast.

Härmed har icke möjligheten uteslutits, att smärtnerverna äfven kunna ega nervändar i de djupare hudlagren, t. ex. i samma nivå, som köldnervändarne ligga, och att återigen dessa båda sorters nervändar kunna förekomma äfven i värmeändorganens lager. Några direkta slutsatser, huruvida så är förhållandet, kunna för öfrigt ej dragas af här ofvan relaterade undersökningar.

* * *

Dessa fenomen af isolerade smärt- resp. köldsensationer vid värmeretning utgöra endast ytterlighetsfall i en serie af värme, köld och smärta sammansatta förnimmelser, hvari de olika komponenterna uppträda i olika proportion.

I själfva verket föra redan iakttagelserna af den ändring i proportionen, som uppstår äfven då de i det föregående anförda försöksbetingelserna ej strängt iakttagas, och en analys af dessa till ofvan dragna slutsatser. Emellertid äro naturligtvis ytterlighetsfallen lättare att iakttaga, och jag har ansett mig framför allt böra lägga vigt vid dessa.

Mitt bevis kommer nämligen, då det stödes på dessa ytterlighetsfall, att behöfva ett mindre antal primäruppgifter och det bygger på enkla försök, som fylla ganska höga anspråk i afseende på den lätthet, hvarmed de kunna eftergöras och kontrolleras. Och det har synts mig riktigare, att, då så ske kan, bygga en bevisning på försök af denna art än på sådana, hvilkas kontroll fordra mycken tid och öfning.

Äfven om den enda tolkning, som dessa rön tillåta vid sidan af den, som här lemnats, äfven om alltså fenomen skulle bero — mot

hvad sannolikt är — på egendomliga retbarhetsförhållanden, så utgöra dock själfva de här beskrifna företeelserna och den metodik, hvarmed de erhållits, ett tillskott till vår i mycket bristfälliga kunskap om hudsinnenas fysiologi.

H. Den förklarande betydelsen i antagandet af ett olika djupläge för de termiskt känsliga nervändarne.

Det här ofvan i sannolikhetsbevis ledda förhållandet, att de olika nervändarne sluta olika djupt, synes spela in i en hel del företeelser från hudsinnenas fysiologi, hvilka också deri ega sin enkla och osökta förklaring. Helt säkert skall man också så småningom, när uppmärksamheten mer riktats åt detta håll, finna allt flera fenomen, som betingas af de termiskt känsliga nervändarnes olika djupläge.

Jag vill här först fästa mig vid en del företeelser från våra temperaturförnimmelsers apperceptionstid.

Köld- och värmenervändarnes olika djupläge förklarar otvunget det framför allt genom Goldscheider (2. s. 312.) samt v. Vintschgau och Steinach (15.) konstaterade och undersökta förhållandet, att vid likvärdig termisk retning köldförnimmelsen eger kortare apperceptionstid än värmeförnimmelsen. — Såsom i inledningen påpekats, har detta förhållande också först ledt tanken på möjligheten af ett olika djupläge hos de termiskt känsliga nervändarne.

Med ett sådant läge följer ju, att temperaturförändringen har längre väg att vandra, innan den når värmeändorganen, och behöfver alltså längre tid derför; och härefter finnes ingen anledning, att med Herzen (2. s. 312.)[1] antaga någon längre eller mer motstånd erbjudande bana i ryggmärgen eller att med Goldscheider (2. s. 340.) antaga en mindre retbarhet hos värmeändorganen.

De hittills berörda bestämningarne af temperaturförnimmelsernas apperceptionstider hafva naturligtvis afsett förhållandena vid köldretning af köldändorganen, och värmeretning af värmeändorganen. Den paradoxa köldförnimmelsen var ju ej på den tid, då dessa bestämningar utfördes, känd såsom en fysiologisk företeelse. Rörande apperceptionstiden för denna föreligga hittills inga direkta undersökningar.

[1] Känd för förf. endast genom referat.

Vid mina undersökningar med olika afpassad retning på olika tempererad hud, fann jag nu, att det ej finnes något konstant förhållande mellan apperceptionstiderna för den af samma värmeretmedel framkallade retningen af värme- och köldnervändarne. Allt efter hudens värmebestånd och allt efter det använda retmedlets beskaffenhet fordrar apperceptionen af den paradoxa köldförnimmelsen kortare eller längre tid än värmeförnimmelsen eller också lika lång — ett förhållande, som synes ega sin förklaring i köld- och värmenervändarnes olika djupläge och olika retbarhet.

Vid denna redogörelse för växlingarne i här ifrågavarande apperceptionstider utgår jag från den tolkning, Alrutz (12) gifvet af de förnimmelser, som uppstå å normalt tempererad och innerverad hud vid retning med temperaturer ofvan 40°. Enligt denna tolkning betingas dessa sensationers särskilda karaktär af en samtidig retning af köld- och värmenervändarne. För de så alstrade förnimmelserna har Alrutz med inskränkning och närmare precisering af den mer omfattande och vaga betydelse begreppet »hett» väl eljes har i språkbruket, förbehållit denna beteckning[1].

Vid applicerande af mer låggradiga retmedel, temperaturer mellan 42° och 45°, börjar förnimmelsen mycket svag och med en karaktär, som, så vidt jag kan finna, måste tolkas som svagt varm; först sedan antar den en mer hettande karaktär. Detta i tiden senare

---

[1] Utgår man från Alrutz' uppfattning af förnimmelsen hett i ofvan definierad betydelse såsom en förnimmelse sui generis, som ej är för psyke analyserbar, så är det oegentligt att använda uttrycket den paradoxa köldförnimmelsen för den å köldnervernas retning kommande andelen däri, äfvensom uttrycket värmeförnimmelsen för den å värmenervernas retning kommande andelen. För att undvika obekväma omskrifningar användes dock dessa uttryck trots deras möjliga oegentlighet.

Mot mitt bruk af uttrycket apperceptionstid kan man äfven i vissa fall invända, att om man anser sensationen hett för en icke analyserbar förnimmelse, så är uttrycket apperception af värme och köld öfver hufvud taget icke berättigadt. Dessa förnimmelser percipieras, men appercipieras ej, om man vill följa Helmholtz' (16. s. 107) nomenklatur.

För öfrigt är nog denna Alrutz' uppfattning af »hett» ej riktig. Vid samtidig och till samma ställe lokaliserad retning af köld- och värmenerverna synes mig alltid den öfvervägande sensationen appercipieras, och så är också efter lämplig öfning fallet med den mindre framträdande, blott den ej är allt för svag. För den svagare komponenten synes mig Helmholtz' (16. s. 111.) uttalande om öfvertonerna tillämpligt.

För att slippa i hvarje särskildt fall behöfva precisera, hvilket uttryck, som bör begagnas, använder jag mig öfverallt af uttrycket apperception.

tillträdande af förnimmelsen hett visar alltså, att här tiden för apperceptionen af köldnervernas retning är längre än den af värmenervernas.

Vid användande af något högre temperaturer uppträder deremot förnimmelsen redan från början hettande. Den härför behöfliga temperaturen vexlar något efter undersökningsstället. På somliga ställen, i ansigtet t. ex. öfver kindknotorna, sker det redan vid 45°—46°. På andra ställen och i allmänhet först vid 48°—50°.

Detta ögonblickliga uppträdande af förnimmelsen hett vid en retningstemperatur af mellan 45°—50° visar alltså, att vid dessa temperaturer tiderna för apperceptionen af köld- och värmenervändarnes retning äro lika långa.

Går man upp till högre konstanta temperaturer, kan man enligt hvad Alrutz (12. s. 344.) meddelar, understundom iakttaga, att en mycket hastig köldsensation föregår den dominerande förnimmelsen hett, men tidsskilnaden är här så kort och köldsensationens intensitet så pass svag, att den möter svårighet att iakttaga; något bättre lyckas enligt Alrutz försöket, ifall man använder högt temperade — 65—100-gradiga — retlameller på normal hud; men äfven detta erbjuder svårigheter för iakttagelsen. Bäst synes mig försöket lyckas, om man företager undersökningen på uppvärmd hud. Ett hudställe med utpregladt värmekänslig och tunn hud, t. ex. huden i armbågsvecket uppvärmes i 5—10 sekunder med en 45-gradig temperator och retas sedan med numren till 200 af de vid 60° hållna retlamellerna. Man erhåller då en förnimmelse, hvars första led är en tydlig köldsensation, hvartill sedan en värmeförnimmelse tillkommer. Allt efter det använda hudstället måste man något variera uppvärmningen och retlamellernas nummer, men efter några försök torde man kunna kontrollera riktigheten af detta rön.

Dessa iakttagelser ega nu en enkel förklaring i köld- och värmenervändarnes olika djup och olika retbarhet.

På grund af värmenervändarnes djupare läge måste dessa alltid träffas senare af temperaturändringen än köldnervändarne. Deremot behöfves en kraftigare värmefluktuation för att reta dessa senare. Om nu retningskurvan stiger långsamt, hinner retningen nå fram till värmenerverna och reta dessa, innan den i köldnervändarnes lager nått öfver minimum perceptibile. Apperceptionstiden för värmenervändarnes retning är alltså i detta fall den kortare. Ju brantare retningskurvan stiger, desto snabbare öfverskrides mi-

nimum perceptibile för köldnervändarne. Till slut retas dessa så snabbt, att retningen dessförinnan ej nått värmenerverna eller åtminstone ej öfverskridet dessas minimum perceptibile. Köldnervändarnes retning visar alltså nu den kortare apperceptionstiden. Mellan dessa båda ytterlighetsfall öfverskrides retningströskeln samtidigt i de båda lagren — apperceptionstiden är densamma för de båda förnimmelserna.

Ser man nu på de betingelser, hvarunder apperceptionstiderna uppträda i ändrad proportion, så måste verkligen retningskurvan stiga relativt långsamt, då värmenerverna visa minsta apperceptionstiden; detta inträffar ju vid retning med ett inemot 45-gradigt retmedel. I förhållande härtill måste retningskurvan stiga hastigt, då köldförnimmelsen uppträder med minsta apperceptionstid; så är ju händelsen vid användande af t. ex. 60-gradiga retlameller på uppvärmd hud, och effekten på djupare lager måste förminskas oproportionerligt starkt genom den föregående uppvärmningen; måhända spelar här äfven retbarhetsförändringar in. I jämförelse med dessa båda ytterlighetsfall måste retningskurvan vara medelbrant, då apperceptionstiderna äro lika stora; detta inträffar ju vid användande af konstanta temperaturer mellan 45° och 50°.

Då jag i det föregående visat, att tiden för apperceptionen af köldnervernas retning med värmeretmedel kan vara längre än den, som apperceptionen af värmenervernas retning fordrar, har jag byggt detta på en analys af det sätt, hvarpå förnimmelsen hett tillträder till en bestående värmekänsla — detta ord taget i inskränkt mening. Emellertid qvarlemnar lätt bestämmandet af, hvar den ena sensationen slutar och den andra tar vid, en känsla af osäkerhet.

Man kan emellertid äfven oberoende af en analys af sensationen hett uppvisa denna köldsensationens längre apperceptionstid. Vid vissa af värme framkallade sensationer uppträder nämligen den senare än värmeförnimmelsen kommande köldförnimmelsen så tydligt, att ingen svårighet möter för dess iakttagande.

Så är fallet, om man på ett ½—1 minut med en 10-gradig temperator afkyldt hudställe med tunn hud (t. ex. underarmens volarsida, öfre tredjedelen) placerar en 45-gradig temperator. Man erhåller då till början en tydlig värmeförnimmelse, hvartill efter en stund en tydlig köldsensation kommer.

Köldsensationens långa apperceptionstid i detta fall beror helt säkert derpå, att köldnervändarne genom den föregående afkylningen bragts ned till en ganska låg absolut temperaturgrad och

från denna måste undergå en mycket betydlig värmestegring, innan de retas.

Det ofvan beskrifna sättet för ernående af en köldförnimmelse med kortare apperceptionstid än värmeförnimmelsen möter likaledes någon svårighet att iakttaga, emedan förnimmelserna komma så hastigt efter hvarandra och äro relativt kortvariga.

Man kan emellertid uppvisa denna köldförnimmelsens kortare apperceptionstid på ett annat sätt, vid hvilket dessa olägenheter icke existera.

Uppvärmer man nämligen ett ställe med tunn hud, (t. ex. underarmens volarsida, öfre tredjedelen), i två minuter med en 45-gradig temperator och placerar sedan derå en 48-gradig dylik, så erhåller man först en långdragen ren köldsensation, som sedan åtföljes af en visserligen ej stark, men dock fullt iakttagbar värmeförnimmelse.

Förklaringen till köldsensationens tidigare uppträdande i detta fall kan ej sökas i en de ytliga lagren ojämförligt gynnande retning, utan ligger antagligen i retbarhetsförändringar, som framkallats genom uppvärmningen. Värmeändorganens retbarhet har tydligen sjunkit, köldnervändarnes stigit, (jfr. s. 16 och 46).

Utom växlingarne i apperceptionstiderna förklaras genom antagandet af ett olika djupläge för ändorganen äfven köld- och värmeförnimmelsernas vid likvärdig retning olika uppträdande: köldsensationen inställer sig hastigt i sin fulla styrka, värmesensationen deremot ansväller långsamt (se t. ex. Goldscheider, 2. s. 331)[1].

Det samma gäller äfven de olikheter, som uppletandet af kall- och varmpunkterna erbjuder. Bland dessa olikheter är det särskildt en, som synes mig vara af intresse, nämligen den, att varmpunkterna äro svårare att afgränsa från sin omgifning, — äro »större» än kallpunkterna (v. Frey 5. s. 183., Alrutz 8. s. 326.). Dessa uppgifter peka nämligen på en möjlighet, att på ett fysikaliskt exakt sätt undersöka köld- och värmeändorganens djupläge, nämligen genom att analogt med v. Frey's metodik vid hans studier öfver smärt- och tryckpunkterna, göra numeriska bestämningar öfver retningströskelns förhållande dels vid användande af varma och

[1] Goldscheider använde vid de här åsyftade undersökningarne äfven retmedel så starka, att helt säkert paradox retning af köldnervändarne egde rum. Men äfven om detta af honom ej kända förhållande i vissa fall kanske kan modifiera den uppfattning, han framlägger, så qvarstår dock denna skilnad mellan köld- och värmesensationens uppträdande.

kalla spetsar med olika stor beröringsyta dels omedelbart öfver och i närmaste omgifningen af det supponerade ändorganet.

Huruvida en dylik ytterst minutiös undersökning är praktiskt utförbar, må lemnas derhän.

I det föregående har ej behandlats några fenomen vid termisk retning, som kunna sättas i samband med smärtnervändarnes ytliga läge. Det var visserligen ursprungligen min mening, att äfven behandla värmesmärtans relativa apperceptionstid, men jag fann snart, att för detta ändamål behöfvas absoluta reaktionstidsbestämningar, alldenstund värmesmärtans långa latenstid vid svag termisk retning (förf. 4. s. 519.) komplicerar förhållandena.

II.

Är värme ett adekvat retmedel för köldändorganen?

A. Värme — ett retmedel för köldändorganen.

1. Tillvaron af särskilda ändorgan i fysiologisk mening för de olika hudsinnesnerverna.

I det föregående har jag lemnat den frågan oafgjord, huruvida de paradoxa köldförnimmelserna framkallas genom retning af själfva köldändorganen eller de till dessa ledande nerverna.

Innan jag öfvergår till utredningen häraf, torde det vara lämpligt att bemöta en anmärkning, som kan göras mot mitt bruk af uttrycken köldändorganen, värmeändorganen o. s. v., nemligen den, att då man ej lyckats säkert precisera, hvilka histologiska bildningar förmedla de olika sinnesförnimmelserna från huden, och då man alltså ej kan utesluta, att köld- eller värmesensationerna förmedlas af fria nervändar, uttrycken köld- och värmeändorganen ej äro berättigade.

Härtill må anmärkas, att då ingen anledning finnes att antaga en utbildad retbarhet hos själfva nervtrådarne för de olika adekvata retmedlen, måste man ur fysiologisk synpunkt postulera existensen af sådana anordningar i eller kring nervtrådarnes ändar, att de kunna transformera det adekvata retmedlet i nervretning. Dylika anordningar kunna ur fysiologisk synpunkt benämnas ändorgan. Och det är i denna mening uttrycket af mig användes. Fattadt på detta sätt fordrar ett ändorgan ej bestämdt någon motsvarighet i en tydligen i samband med nerven stående och uteslutande till den hörande morfologisk bildning, alltså ett ändorgan i histologisk mening.

De förhållanden, som de s. k. fria intraepiteliala nervändarne i huden visa, torde kunna tjena till en belysning af detta påstående. Såsom v. Frey (6. s. 257.) gjort sannolikt, förmedla dessa nervändar vissa smärtförnimmelser. Det har nu uppvisats eller gjorts sannolikt, att smärtsensationer kunna utlösas med så svaga kemiska (Setchenow[1] 13. s. 451), mekaniska (v. Frey 6. s. 261.) och termiska retmedel (förf. 4. s. 549), att dessa ej kunna anses verka såsom allmänna nervretmedel. Man måste alltså ur fysiologisk synpunkt postulera särskilda anordningar för retningens transformation, alltså ändorgan i ofvan använd fysiologisk mening, fastän de här åsyftade nervändarne histologiskt sedt kallas fria (alltså ej med ändorgan försedda). Måhända föreligger en differentiering i deras struktur och i detta fall vore kanske äfven ur histologisk synpunkt benämningen ändorgan berättigad. Men äfven om en särskild retbarhet betingande struktur ej förefinnes, äfven om alltså nervändarne själfva ej i sin retbarhet skilja sig från nervtrådens öfriga delar, kan man, trots bristen på andra uteslutande till nerven hörande bildningar, vara berättigad tala om smärtändorgan.

Om t. ex. transformationen af de svaga retmedlen i nervretning sker, såsom v. Frey (6. s. 261.) antar, genom af dem åstadkomna koncentrationsförändringar i vätskan kring dessa möjligen ej differentierade nervändar, och möjligheten af koncentrationsändringar af den styrka, att de verka som nervretmedel, beror på nervändarnes läge i saftrummen mellan cellerna i epidermis och de förhållanden, som genom dessas anordning och vitala egenskaper der existera, så spelar dessa celler och saftrum rollen af ändorgan i fysiologisk mening, låt vara att deras andra mer framträdande uppgifter dölja detta, och de ej på något vis, histologiskt sett, kunna betraktas som ändorgan.

Under sådana förhållanden måste den användning, som här göres af uttrycket ändorgan, anses berättigad.

2. Värme – ett retmedel för köldändorgan.

Hvad nu beträffar frågan, huruvida de paradoxa köldförnimmelserna framkallas genom retning af köldändorganen eller de till dem ledande nerverna, må det erinras derom, att Lehmann (10. s. 26.), som endast i förbigående omnämt kallpunkternas retbarhet för varma

[1] Hans undersökningar bekanta för förf. endast genom Rolletts omnämnande.

spetsar, icke uttalat sig i frågan. Ej heller har v. Frey gjort något direkt uttalande. Emellertid härrör från honom (5. s. 172.) en uppgift, som kunde tydas derhän, att värmeretmedlet afficierar nervtrådarne, ej köldändorganen, nemligen den, att retning med varma spetsar ej lyckas direkt på kallpunkten, d. v. s. den punkt, som bestämts som den gynnsammaste vid köldretning, utan från en eller flere ställen i dennas närmaste omgifning. På någon diskussion af saken inlåter sig emellertid v. Frey icke. Hvad Alrutz beträffar, synes han (8. s. 335.) anse det sannolikt, att blott den adekvata retningen afficierar ändorganen, men att alla andra retmedel angripa nerverna, att alltså, köldändorganen endast retas af köld, under det att deremot vid den paradoxa köldförnimmelsens uppkomst sjelfva nervtråden retats. De grunder, hvarpå han kommit till denna åsigt, angifvas icke.

Mina undersökningar hafva fört mig till den bestämda uppfattningen, att vid den paradoxa köldförnimmelsen en retning af själfva ändorganet eger rum, att värme alltså är ett retmedel för köldändorganet. Härmed har jag ej velat förneka möjligheten af, att äfven själfva nervtråden kan angripas, då retmedlet blifvit mycket intensivt.

Hvad först beträffar v. Frey's uppgift, att de med köldretmedel uppsökta kallpunkterna och de punkter, som gifva köldförnimmelse vid stark värmeretning, ej sammanfalla, torde den antagligen bero på svårigheten, att fullt exakt utpricka de olika punkterna. Sjelf har jag vid direkt derpå riktade försök ej kunnat finna annat än att dessa punkter sammanfalla.

Undersökningen har företagits på tunn hud (underarmens volarsida), som uppvärmts, genom 2 minuters beröring med en 45-gradig temperator. Retningen har tillförts med det fint tillspetsade rör, som Alrutz användt vid sina undersökningar. (Se fig. hos Alrutz 8. s. 323). Genom detsamma har vatten af 65° eller något deröfver flutit.

På så tempererad hud är kallpunkternas undersökning med värmeretmedel lättare än på hud af vanligt värmebestånd. Så snart huden alltför mycket afkylts, upprepas uppvärmningen. För att slippa detta så länge som möjligt, kan man utsätta det undersökta hudstället efter uppvärmningen med temperatorn, medan kallpunkterna retas, för den strålande värme från en nära placerad glödlampa.

Med denna metod finner man, att de punkter, som reagerat för kalla spetsar, äfven reagera för varma. I v. Frey's meddelande

finnes nu visserligen ej någon uppgift om, hur långt skilda de verkliga och de paradoxt reagerande kallpunkterna skulle ligga, och det är ju möjligt, att hans undersökning varit utförd på ett exaktare sätt än min, som företagits endast med den noggrannhet, som ett obeväpnadt öga kan skänka. Jag har emellertid ej ansett mig behöfva företaga undersökningen särskildt minutiöst, då inga detaljerade uppgifter föreligga, och då ett här längre ned beskrifvet förhållande synes mig afgöra saken.

Om v. Frey's uppgift varit riktig, skulle den tydligen varit ett bevis för, att antingen särskilda värmekänsliga köldändorgan finnas jemte de förut kända, eller också för att nervtrådarne, ej ändorganen retas. Men då denna uppgift ej bekräftat sig, är härmed det enda positiva skälet för antagande af nervtrådarnes retning undanröjdt. Men frågan står fortfarande öppen, ty tänkbart vore, att nervtråden blott omedelbart under sjelfva ändorganet ligger så blottad, att den der kan retas.

Att det emellertid är sjelfva ändorganet, som retas, bevisas af det redan i det föregående (se sid. 11) anförda faktum, att vid lämplig försöksanordning en från hvarje smärtförnimmelse fri köldsensation kan erhållas vid värmeretning. Då nu smärtnerverna sluta ytligare än köldnerverna, och då intet skäl finnes för det antagandet, att dessa senare skulle ega någon specifik retbarhet för höga temperaturer, eller de förra någon minskad dylik, så borde ett på hudytan appliceradt retmedel, som ju alltid verkar kraftigare på de ytligare lagren, äfven och i högre grad hafva retat smärtnerverna, om det öfver hufvud taget verkar såsom allmänt nervretmedel. Men då den deraf framkallade köldsensationen är fri från all smärta, måste man deraf sluta, att ej nerven utan köldändorganet retats.

I en föregående uppsats (4. s. 549.) har framhållits, att smärta kan framkallas med så svag värme, att den ej kan anses verka såsom allmänt nervretmedel. Men då nu de temperaturer, som framkallat ifrågavarande köldförnimmelse, ej alls gifva upphof till någon smärta, är det a fortiori visadt, att de köldframkallande värmeretmedlen ej kunna verka såsom allmänna nervretmedel, utan alltså måste verka på köldändorganet.

Ett ytterligare stöd härför lemnas af ett studium af lägsta gränsen för de temperaturer, som genom temperaturstegring förmå reta köldnervändarne.

3. Gränserna för köldnervändarnes retbarhet för höga temperaturer.

Jag har i det föregående ej närmare preciserat de höga temperaturer, för hvilka köldnervändarne äro retbara. Hvad beträffar den undre gränsen för dessa föreligger en uppgift af v. Frey (5. s. 172.), att den paradoxa köldförnimmelsen vid punktformig retning uppkommer vid minst 45° å hud i allmänhet, undantagsvis redan vid 40°, samt en uppgift af Alrutz (12. s. 302[1].) att förnimmelsen hett, hvarmed han ju uteslutande menar den förnimmelse, som uppkommer vid samtidig retning af köld- och värmenervändarne, vidtager vid 40°.

Rörande v. Frey's värde må anmärkas, att det endast hänför sig till de för paradox retning känsligaste kallpunkterna — han iakttog ju denna retbarhet för värme endast hos en del kallpunkter —. Vid mina egna undersökningar, som emellertid endast omfattadt ett fåtal kallpunkter, hafva högre temperaturer — 50° och derutöfver behöfts.

Häraf följer ej alls, att retningströskeln för värme ligger så högt. Öfver hufvud taget måste nämligen en bestämning af retningströskeln åtminstone med finare spetsar gifva för höga värden, på grund af den betydliga minskningen i värmeeffekten på djupet genom den åt alla håll i huden skeende värmeutjämningen.

Orsakerna till skilnaden mellan v. Frey's och mina resultat känner jag ej; jag anser det emellertid ej osannolikt, att spetsarnes finhet äfvensom hudens värmebestånd och beskaffenhet spelar en betydande roll och kan betinga stora differenser i resultaten.

Hvad beträffar Alrutz' uppgift, att den förnimmelse, för hvilken han förbehåller namnet »hett», vidtar vid 40°, gäller hvad i ett annat sammanhang (se s. 38) påpekats, nämligen att denne bestämning är ganska svår och osäker.

Under sådana förhållanden är det af ett visst värde att bestämma den lägsta temperatur, vid hvilken en isoleradt framträdande paradox köldförnimmelse vid ytretning framträder.

Det sätt jag härvid användt, grundar sig på en ofvan sida 39 meddelad iakttagelse, att efter långvarig beröring med en 45-gradig temperator erhålles med ett retmedel af 47°—48° först en tydlig köldsensation, först sedan en värmeförnimmelse.

Jag har nu undersökt, huruvida redan vid lägre temperaturer den isoleradt uppträdande köldsensationen kan erhållas, och fann,

[1] Hänvisningen afser här den tyska öfversättningen.

att på ett med en 42-gradig temperator i 2 minuter värmdt hudställe redan en 44—45-gradig sådan ger en, låt vara mycket svag köldsensation. Möjligt är, att man vid användande af större ytor än de af mig begagnade för hudens temperering och retning (resp. 22 och 16 kv.-cm.) kan erhålla ännu lägre värden.

Emellertid är frågan om de temperaturer, genom hvilka köldnervändarne retas genom värmestegring, så till vida ofullständigt formulerad, som den icke tar hänsyn till intensiteten i sjelfva temperaturändringen eller köldnervändarnes värmegrad. Dessa förhållandens betydelse framgår af följande.

Vid undersökning af fenomenen vid värmeretning å afkyld hud visade det sig, såsom ofvan s.38 omnämnts, att ett med en 10-gradig temperator behandladt hudställe vid retning med en 45-gradig dylik ger upphof till först en tydlig värmeförnimmelse, hvarefter en köldsensation ansväller så pass tydligt, att den iakttages nästan isolerad. En dylik köldsensation kan nu åtminstone efter någon öfning iakttagas vid applikation af temperaturer redan under 45°.

För konstaterande häraf bör försöket utföras på tunn hud (mitt undersökningsställe venstra underarmens volarsida) och med användande af med möjligast stora ytor försedda värmeretmedel. (Den temperator jag mest användt för hudens afkylning egde en beröringsyta af ung. 22 kv.-cm., den hvarmed retningen tillfördes ung. 16 kv.-cm.) Genom lämpligt skydd undvikes alla temperatursensationer från kringliggande hud. Afkylningen med den 10-gradiga temperatorn varieras från 10 sek. till 1 minut.

Med denna anordning har jag redan med ett 35-gradigt retmedel åstadkommit en låt var mycket svag paradox köldsensation, ja, jag har redan vid 32° tyckt mig känna en antydan dertill, dock så pass otydligt, att jag ej är säker derpå

Då nu å normalt tempererad hud ett 35-gradigt värmeretmedel på sin höjd frambringar en värmeförnimmelse utan minsta antydan till någon hettande karaktär, och då ännu mindre någon köldsensation kan spåras däri, då alltså ej någon retning af köldnervändarne dervid skett, så framgår härutaf, att under nyss nämnda betingelser köldsensationer kunna uppkomma vid retning med lägre temperatur än vanligt. Orsaken härtill torde ligga i den mer intensiva temperaturförändringen vid försök å afkyld hud. Emellertid är köldnervändarnes retbarhet betydligt större vid de högre temperaturerna än vid lägre. Värmestegringen för den paradoxa köldsensationens framkallande behöfver ej vara så stor å normalt tem-

perad eller uppvärmd hud, som å den afkylda. Under det en retning af köldnerverna å 10-gradig hud ej kan iakttagas förrän vid en temperaturstegring till öfver 30°, så uppträda ju å 45-gradig hud tydliga paradoxa köldsensationer redan vid en temperaturstegring af ett par grader.

Af denna iakttagelse, att redan ett 35-gradigt föremål kan framkalla en paradox köldsensation framgår också, att en och samma temperatur kan reta köldändorganet vid ett tillfälle genom afkylning, vid ett annat tillfälle genom uppvärmning. I en föregående afhandling har (7. s. 555.) meddelats, att man kan erhålla en köldförnimmelse genom afkylning med ungefär 39° temperatur å hud, som förut länge uppvärmts med ungefär 45-gradigt vatten. 39° framkallar alltså härvid en köldförnimmelse genom afkylning. På förut med en 10-gradig temperator afkyld hud kan man erhålla en köldsensation förmedelst en temperator af 35° och derutöfver. Värmegraderna mellan 35° och 39° kunna alltså enligt dessa iakttagelser reta köldändorganen vare sig genom afkylning eller uppvärmning.

Hvad beträffar öfre gränsen för köldnervändarnes retbarhet för höga temperaturer, så kan man, om man dervid fäster sig vid sjelfva nervändarnes temperatur, a priori uttala, att den icke ligger särdeles högt, alldenstund nervsubstansen ju afdör redan vid rätt låg temperatur (kring 50°). Huruvida köldnervändarne redan vid lägre temperatur än den, hvarvid de mista sin vitalitet, förlora sin retbarhet för temperaturstegring, derom har jag intet att meddela.

Frågar man deremot efter den högsta temperatur hos det yttre retmedlet, hvarmed en paradox köldretning kan åstadkommas, så finnes antagligen ingen öfre gräns. Ty helt säkert kan man, om ej praktiska svårigheter möta, genom lämplig afpassning af massan och beröringstiden med hur hög temperatur som helst åstadkomma den stegring, af hvilken köldnervändarne retas.

* * *

Den långt ner på temperaturskalan liggande gränsen för uppkomsten af de paradoxa köldsensationerna utgör ju ett nytt bevis för att ändorganet, ej den odifferentierade nervtråden retas, en sak, som efter hvad ofvan sagts, ej torde behöfva någon motivering.

B. Är värme ett adekvat retmedel för köldändorganen?

1. Om begreppet »det adekvata retmedlet». Ändorganens förhållande till adekvat och inadekvat retning.

Köldändorganens i det föregående i bevis ledda retbarhet för höga temperaturer har synts mig af särskildt intresse, emedan den pekar på den möjligheten, att äfven värmeretmedel af viss styrka kanske måste anses såsom adekvata retmedel för köldändorganen, utom de förut erkända köldretmedlen.

För utredandet af denna fråga torde det vara skäl att precisera, hvad som menas med uttrycket: »det adekvata retmedlet».

Den vanligaste uppfattningen af detta uttryck torde väl kunna formuleras så, att med det adekvata retmedlet för en viss nerv menas det retmedel, för hvilket dess ändorgan äro afpassade. Mot användandet af ordet »afpassadt» i denna definition kan utan tvifvel den invändningen göras (se Liljeqvist, 17. s. 122 och följande), att derigenom teleologiska eller kausalt genetiska synpunkter införas. Men då dessa synpunkter ej kunna anses oberättigade, och då man för öfrigt ej behöfver fästa annan betydelse vid dem än vid en hjelphypotes, och då svårigheter möta att uppställa en enkel definition ur andra synpunkter, synes mig denna tillsvidare kunna göra tjenst. Deremot synes det mig ej alls lämpligt att inlägga en sådan innebörd i uttrycket »det adekvata retmedlet», att alla retmedel, som öfver hufvud taget verka retande på en viss nerv, skulle kallas adekvata retmedel för densamma, fastän i olika grad allt efter deras verksamhet (se Liljeqvist 17. s. 126.)

En sådan uppfattning afviker mycket från den, så vidt jag kunnat finna, vanliga inom fysiologien.

Med densamma skulle t. ex. tryck anses som ett adekvat retmedel för köld- och värmenerverna på grund deraf, att kall- och varmpunkterna kunna retas genom tryck, enligt hvad Goldscheider (2. s. 118) funnit och flera forskare sedan konstaterat. Och man

skulle anse vissa i naturen primärt ej förekommande irritament, exempelvis induktionsslag, såsom adekvata retmedel för alla sinnesnerver.

Begreppet adekvat har emellertid hittills användts just för att uttrycka det nära samband, som faktiskt förefinnes mellan hvarje särskild sinnesnerv och ett visst bestämdt i naturen primärt förekommande och under normala förhållanden nerven träffande retmedel. Skulle man på ofvan nämnda sätt utvidga betydelsen af begreppet adekvat, skulle man ej längre ega något specielt uttryck för detta samband. Under dessa förhållanden synes mig en dylik utvidgning af begreppet hvarken vara nödig eller nyttig och tyckes mig innebära en bestämd förvanskning.

För somliga sinnesorgan är det redan af deras byggnad fullt tydligt, att de äro afpassade för vissa retmedel. Ögats byggnad visar t. ex. en tydlig afpassning för ljusstrålar. För andra ändorgan är en dylik afpassning ej så tydlig, antagligen beroende derpå, att vi ej i detalj känna eller kunna tolka ändorganens byggnad, ej derpå, att en dylik afpassning icke existerar.

Hur skall man då kunna afgöra, huruvida köldändorganen äro afpassade för värmeretmedel?

En nödvändig förutsättning för möjligheten af något dylikt är dessa ändorgans retbarhet för värme, men dennas natur af adekvat retmedel är dermed ej bevisad.

Vissa forskare hafva visserligen uttalat den åsigten, att ändorganen äro retbara endast för sitt adekvata retmedel. Vore denna åsigt säkert grundad, hade man rätt att från det rönet, att köldändorganen retas af värme, sluta till dennas natur af adekvat retmedel. Men de skäl, som anförts för denna åsigt om ändorganens uteslutande retbarhet för sitt adekvata retmedel, äro ej tillfyllestgörande. Man finner nemligen knappast annat än på teoretiska grunder byggda antaganden, ej några direkta försök för sakens utrönande. Jag fäster mig i det följande endast vid uttalanden, som hänfört sig till undersökningar öfver hudsinnenas fysiologi.

Goldscheider (2. s. 130.) gör t. ex. vid sitt omnämnande af kall- och varmpunkternas retbarhet för elektriska och mekaniska retmedel denna anmärkning: »nervtrådens och ändapparatens irritabilitet har en motsatt karaktär; den förra är retbar för de mest olikartade retmedel, den senare inställd blott för en viss retning. Jag kan icke med denna uppfattning föreställa mig, att den mekaniska och elektriska retningen skulle kunna förmedelst ändorganen

verka på temperaturnerverna.» Men något bevis lemnar han icke. Till Goldscheider ansluter sig Rollett (13. s. 447.), som utför denna åsigt äfven för andra sinnen, liksom Goldscheider utan att lemna bindande bevisning. Äfven Alrutz (8. s. 335.) har uttalat sig i liknande riktning, såsom redan ofvan meddelats.

Det måste medgifvas, att denna åsigt om ändorganens uteslutande retbarhet för sitt adekvata retmedel i första ögonblicket synes mycket plausibel, då ju ändorganens uppgift är att utsätta tillhörande nerv för vissa retmedel, men skydda den för annan slags retning, en uppgift, som står i närmaste samband med förnimmelsernas kunskapsbetydelse. Men vid närmare skärskådande synes denna åsigt gå något för långt.

Den kunskapsbetydelse, som våra förnimmelser ega, — enär våra ljusförnimmelser framför allt framkallas af objektivt ljus, våra luktförnimmelser af närvaro af vissa flyktiga ämnen i luften, o. s. v., kunna vi med största sannolikhet af dessa förnimmelsers uppträdande sluta till närvaron af objektivt ljus, resp. dessa luktande ämnen — denna kunskapsbetydelse bygger på att under fysiologiska förhållanden sinnesnerven — detta begrepp taget såsom sammanfattning af nervtråd och ändorgan — framför allt retas af det adekvata retmedlet, men förutsätter icke, att den öfver hufvud taget ej är retbar för inadekvata.

Ty att förnimmelsernas kunskapsbetydelse ej förintas af att en sinnesnerv äfven under fysiologiska förhållanden understundom retas af inadekvata retmedel, det visas af ljusfenomenen vid tryck mot ögat, af temperaturförnimmelserna vid tryckretning af kall- och varmpunkterna.

Och i öfverensstämmelse med det sätt, hvarpå nervretning projicieras, kan härvid den omständigheten, huruvida ändorganet eller nervtråden retats, ej spela någon roll.

Ja, man har ej ens rätt, att ur det faktiska förhållandet, att en sinnesnerv framför allt retas af det adekvata retmedlet, draga den slutsatsen, att ändorganet är mer retbart för detta än för andra retmedel. Ty andra faktorer än retbarheten kunna spela in dervid. Ändorganen kunna t. ex. ega ett särdeles skyddadt läge, hvarigenom endast vissa retmedel kunna leta sig in till detsamma, andra deremot ej. För ögats stafvar och tappar, för luktepitelet, för örats ljudkänsliga apparater måste denna möjlighet beaktas. Eller den omständigheten kan spela in, att vissa, möjligen mycket verksamma retmedel ej primärt förekomma i organismens lif.

Äfven om de elektriska retmedlen voro mycket aktiva gent emot åtskilliga ändorgan, vore detta ett förhållande, som ej skulle influera derpå, att dessa ändorgan framför allt under individens naturliga lifsvillkor retas af de adekvata retmedlen.

På den teoretiska spekulationens väg och byggande på förnimmelsernas kunskapsbetydelse kan man alltså ej utesluta möjligheten, att nervändorganen äro retbara äfven för inadekvata retmedel. Äfven i vissa fall synes en dylik retbarhet ytterst sannolik. Hvad t. ex. ögats stafvar och tappar beträffar, synas dessa vara retbara äfven för mekanisk retning. Tryckfosfenet framkommer vid så svagt tryck på ögonbulben, att det knappast kan verka på nervtrådarne som allmänt retmedel; och den runda form, tryckfosfenet har vid applicerandet af en rund spets mot ögonbulben, synes visa, att det är stafvarna och tapparne, ej nervtrådarna, som retats, i hvilket senare fall fosfenet såsom förorsakadt genom retning af de en viss punkt passerande nerverna på grund af det sätt, hvarpå synretning utprojicieras, borde visa en mer långsträckt form.

Och för smaknervernas ändapparater synes Öhrvall (18. s. 83.), hafva uppvisat, att de retas genom elektriska strömmar.

Man kan alltså ej på aprioristisk väg utesluta den möjligheten, att sjelfva ändorganen äro retbara för andra retmedel än det adekvata, utan man måste i det speciella fallet genom direkta försök afgöra saken. Och man kan alltså ej ur en hos vissa ändorgan uppvisad retbarhet för ett visst slags retmedel under alla förhållanden sluta till, att detta retmedel är det adekvata. Då så är fallet, och då vi ej af köldändorganets byggnad kunna afgöra, huruvida det är afpassadt för värmeretmedel eller ej, huru skall man då kunna afgöra saken?

Det synes mig härvid vara vägledande att undersöka det sätt, hvarpå vi tolka de förnimmelser, som uppstå genom köldändorganens retning med värme.

Ty såsom ett åtminstone i många fall användbart kriterium på retmedlets natur torde man kunna använda det förhållandet, huruvida de af en sinnesnerv alstrade förnimmelserna hänföras till ifrågavarande retmedel eller icke, alltså om de af retmedlet förorsakade förnimmelserna missvisa eller ej.

Ljusstrålar måste anses såsom ett adekvat retmedel för ögat, emedan hvarje retning af synnerven af oss uppfattas såsom ljus; elektricitet, tryck eller de kemiska processerna i näthinnan måste uppfattas såsom inadekvat retning, emedan äfven de af dem alstrade

förnimmelserna af oss hänföras till objektivt ljus, ej till elektricitet, tryck eller kemisk retning och alltså primärt verka missvisande, låt vara att vi genom sekundära slutledningar kunna undvika detta.

2. Om vår tolkning af de genom värmeretning af köldändorganen uppstående sensationerna. Slutsatser.

Den af värmeretmedel alstrade retningen af köldändorganen uppkommer frånsedt undantagsfall samtidigt med en stark värmeförnimmelse. Och ett föremål, som på detta sätt ger upphof till en samtidig och till samma ställe lokaliserad retning af köld- och värmeändorganen, uppfattas såsom varmt, och detta trots att man åtminstone efter någon öfning kan iakttaga köldkomponenten, om den är något så när betydlig, i den sammansatta sensationen. I den som stark värme uppfattade förnimmelse, som alstras af en temperator af mellan 50° och 60°, placerad på normalt tempererad hud (33°—35°), kan jag iakttaga en köldsensation: på sina ställen (armbågsvecket, öfverarmen öfver biceps) är den märkbar redan vid 48°.

Det vore nu möjligt, att den omständigheten, att retningen af köldnerverna icke misstolkas, endast beror på den samtidiga kraftiga värmeförnimmelsen, som öfverdöfvar köldförnimmelsen.

Denna invändning är så tillvida riktig, att utan värmeförnimmelsen tolkas orsaken till den paradoxa köldnervretningen såsom köld. Men det synes dock som om köldnervernas retning spelade en särskild roll.

Detta framgår af några undersökningar, som meddelats i en föregående uppsats (19. s. 492.). Om man genom lämplig anordning afpassar uppträdandet af en retning af köldnerverna (genom köldretmedel) så, att den inträffar samtidigt med en till samma ställe lokaliserad rätt stark värmekänsla, så käns det som om temperaturen stiger, och detta trots att man kan urskilja köldförnimmelsen i den säreget hettande sensationen. Den något komplicerade metod, med hvilken jag först företog dessa försök, kan lämpligen ersättas med det enkla tillvägagångssättet, att man på en större hudyta låter ett ganska starkt värmeretmedel inverka och, medan detta pågår, utsätter en begränsad del af samma hudställe för inverkan af stark köld. Man låter t. ex. 45-gradigt vatten rinna ned efter ett finger, utsätter sedan, medan detta pågår, spet-

sen af fingret för en stråle 10-gradigt vatten. Man erhåller då på fingerspetsen en känsla af temperaturstegring, af stark hetta.

Af dessa fenomen synes det alltså framgå, att den samtidiga retningen af köldnerverna icke gör, att vi uppfatta ett starkt värmeretmedel såsom beroende på en lägre temperatur, än hvad värmeförnimmelsen ensamt skulle gjort, utan tvärtom.

Likartad med denna förefaller mig en af GOLDSCHEIDER (2. s. 273.) långt förut gjord iakttagelse af ett fenomen, som uppträder vid applikation af mentol.

Detta ämne åstadkommer ju å huden normalt en utpräglad köldsensation genom kemisk retning af köldnervändarne (ROLLETTS (13. s. 460.) invändning häremot torde knappast hålla streck.) Emellertid retas äfven värmenervändarne. GOLDSCHEIDER meddelar nu, att om mentol får inverka på ett hudställe med öfvervägande värmesinne och svagt köldsinne, erhåller man en särdeles tydlig förnimmelse hett, hvari man understundom ej alls kan urskilja någon köldsensation.

Låt vara att GOLDSCHEIDERS tolkning ej går i den riktningen, synes det mig dock här antagligen föreligga en genom samtidig retning af köld- och värmenervändarne åstadkommen förnimmelse, som tolkas såsom beroende på stark värme.

Af intresse är vidare, hvad ALRUTZ (12. s. 355.) visat, nämligen, att denna köldnervernas retbarhet för höga temperaturer kan skänka oss en riktigare kunskap om dessa temperaturer, än hvad enbart värmenerverna kunna göra, en åsigt, som bygger dels på den kvalitetsskillnad, som betingas af den tillträdande retningen af köldnerverna, dels på antagandet, att minimum stimulans maximæ perceptionis för värmenerverna representeras af en rätt låg värmegrad — ett antagande, som till en viss grad stödes af några ofvan anförda uttröttningsförsök (se sida 16).

Egde man rätt att fullt bygga på ofvan anförda kriterium på det adekvata retmedlet, att det ej misstolkas, så skulle man tydligen hafva rätt till den slutsatsen, att köldändorganen ega ett dylikt äfven i vissa höga temperaturer. På denna slutsats kunde icke den omständigheten inverka, att under vissa konstlade betingelser, då köldsensationen uppträder mer eller mindre isoleradt, denna köldändorganens retbarhet för höga temperaturer kan gifva upphof till den missuppfattning, att ett mycket varmt föremål anses kallt. Detta inträffar ju i allmänhet knappast under andra än konstlade laboratorieförhållanden eller dermed jemförliga betingelser. Och i

allt bedömande af sinnesorganen måste man komma ihåg, att dessa för fyllandet af sina uppgifter äro afpassade efter normala förhållanden, ej sällsynta undantagsfall.

Men nyssnämnda kriterium är ej afgörande. Särskildt den omständigheten, att en samtidig värmeförnimmelse behöfves, för att den paradoxa köldnervretningen skall hänföras till en hög temperatur, ett förhållande, som ej eger sin motsvarighet hos de andra sinnena, gör att man måste ställa sig tveksam mot kriteriets användbarhet i föreliggande fall.

Trots köldändorganens retbarhet för värme, trots att denna retbarhet icke ger anledning till misstolkning utan till och med kan bidraga till en riktigare uppfattning af de yttre förhållandena, vågar jag derför ej draga den slutsatsen, att värme är ett adekvat retmedel för köldändorganen.

Den möjligheten står alltså öppen, att köldändorganens retbarhet för värme är ett bifenomen utan egentlig betydelse. Äfven om så är, äfven om denna retbarhet ej är ett uttryck för organismernas afpassning efter lifsvillkoren, kan man ju — ur den empiristiska uppfattningen af tydandet af sinnesförnimmelserna — förklara vår riktiga tolkning af de sensationer, som uppkomma genom köldändorganens paradoxa retning. Emedan denna retning allt från individens första utveckling uppkommit samtidigt med en stark värmeförnimmelse, hvaraf vår uppfattning vägledes och bestämmes, tolka vi också dess orsak såsom stark värme.

Då det gäller att välja mellan dessa båda alternativ — värme — ett adekvat retmedel för köldändorganen eller ej —, stöter man på en del frågor, som först måste besvaras. Hvilka värmegrader hafva spelat en afsevärd roll under djurseriens utveckling? Hur långt ned i djurserien sträcker sig förmågan af köld- och värmesensationer? Kanske köld- och värmeändorganen differentierats ur ett enda slags ändorgan, som retats både af värme och köld, och har kanske köldändorganens differentiering varit ofullständig, så att de fortfarande bibehållit någon retbarhet för temperaturstegring?

Innan dessa och kanske ytterligare en del frågor besvarats, vinnes knappast någon lösning å den här uppkastade frågan: Är värme ett adekvat retmedel för köldändorganen?

Litteratur.

1. *Blix:* Experimentela bidrag till lösning af frågan om hudnervernas specifika energi. Upsala läkaref. förh. XVIII 1882—83. (s. 87—102 och 427—440).

2. *Goldscheider:* Gesammelte Abhandlungen, Bd. I. Leipzig 1898.

3. *Tanzi:* Riv. di fren. XVI. Cit. efter Dessoir: Ueber den Hautsinn. Arch. f. (Anat. und) Physiologie 1892. S. 317.

4. *Thunberg:* Bidrag till kännedomen om hudens sinnesfunktioner. I. Den dubbla eller upprepade smärtsensationen. Upsala läkaref. förh. Bd. III. (Ny följd) 1897—98 s. 513—555.

5. *v. Frey:* Beiträge zur Sinnesphysiologie der Haut. III Mittheilung. s. 166—184. Bericht. der königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig. Sitzung. 4. Martz. 1895.

6. *v. Frey:* Untersuchungen über die Sinnesfunctionen der menschlichen Haut. Erste Abhandlung: Druckempfindung und Schmerz. Leipzig 1896.

7. *Thunberg:* Bidrag till kännedomen om hudsinnenas fysiologi. Upsala läkaref. förh. Bd. XXX. 1894—95. S. 521—557.

8. *Alrutz:* Studien auf dem Gebiete der Temperatursinne. I. Skandinav. Arch. f. Physiol. Bd. 7, 1897 (s. 321—339).

9. *Strümpell:* Lehrb. d. spec. Path. u. Ther. Leipzig 1895. Bd. 3.

10. *Lehmann:* Hovedlovene for det menneskelige Følelseliv. København 1892.

11. *Kiesow:* Zur Psychophysiologie der Mundhöhle. Phil. Studien (Wundt's). Bd. XIV. 1898. S. 567—588.

12. *Alrutz:* Om förnimmelsen hett. Upsala läkaref. förh. Bd. II. (Ny följd). 1896—97. S. 340—359. (På tyska i Skand. Arch. f. Physiol. Bd. 10 1900. S. 301—313).

13. *Rollett:* Beiträge zur Physiologie des Geruchs, des Geschmacks, der Hautsinne und der Sinne im Allgemeinen. Pflügers Arch. Bd. 74. 1899. S. 383—465.

14. *Boeri & di Silvestro:* Sur le mode de se comporter des différentes sensibilités sous l'actions de divers agents. Arch. Italiennes de Biologie T. XXXI 1899. S. 460—464.

15. *v. Vintschgau & Steinach:* Zeitmessende Versuchen über den Temperatur- und Drucksinn. Pflügers Arch. Bd. 43. 1888 s. 152—194.

16. *Helmholtz:* Die Lehre von den Tonempfindungen. Vierte Auflage. Braunschweig 1877.

17. *Liljeqvist:* Om specifika sinnesenergier, studier till psykofysikens teori och historia. I. Prolegomena. Göteborg 1899.

18. *Öhrvall:* Studier och undersökningar öfver smaksinnet. Upsala 1889.

19. *Thunberg:* Förnimmelserna vid till samma ställe lokaliserad, samtidigt pågående köld- och värmeretning. Upsala läkaref. förh. Bd. I. (Ny följd) 1895—96. S. 489—495.